

Εκπαιδευτική Ρομποτική σε Μικτό Πλαίσιο: Καλλιεργώντας δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης με τη Συμμετοχή σε Κοινότητα Διερεύνησης

Ναυσικά Παππά¹, Κυπαρισσία Παπανικολάου², Γιώργος Φεσάκης³, Κλειώ
Σγουροπούλου¹

npappa@uniwa.gr, kpapanikolaou@aspete.gr, gfsakis@rhodes.aegean.gr,
ksgourop@uniwa.gr

¹Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

²Παιδαγωγικό Τμήμα, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης

³Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η ενσωμάτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και η παράλληλη ανάπτυξη εργαλείων και περιβαλλόντων που ενισχύουν το μικτό πλαίσιο μάθησης έχουν επηρεάσει τα προγράμματα σπουδών τόσο της διεθνούς εκπαιδευτικής κοινότητας όσο και της ελληνικής. Η άμεση συσχέτιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής με την καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης, έχει ενισχύσει τους παιδαγωγικούς στόχους του μαθήματος της Πληροφορικής, ειδικά στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, προς την κατεύθυνση αυτή. Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες των εκπαιδευτικών Πληροφορικής για αναδιαμόρφωση των εκπαιδευτικών πρακτικών, εξετάζει την επίδραση της εξ αποστάσεως συνεργασίας των μαθητών στην καλλιέργεια δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης με βάση το μοντέλο της κοινότητας διερεύνησης. Τα αποτελέσματα αν και δεν παρέχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την καλλιέργεια δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης, αναδεικνύουν μία ήπια αύξηση της δεξιότητας αποφασολήψης των μαθητών που εργάστηκαν στην κοινότητα διερεύνησης έναντι των μαθητών που εργάστηκαν εξ αποστάσεως ατομικά. Τέλος, μέσα από την εμπειρία τους στην κοινότητα διερεύνησης αναδεικνύεται τόσο από ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα η σύνδεση της εργασίας σε κοινότητα με την αύξηση των εσωτερικών κινήτρων των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, κοινότητα διερεύνησης, προσομοιωτής εκπαιδευτικής ρομποτικής, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της Επιστήμης των Υπολογιστών επαναπροσδιορίζουν την θέση του μαθήματος της Πληροφορικής στα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα. Στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες γίνεται συνδυασμός των τριών βασικών προσεγγίσεων ενσωμάτωσης της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ): ως διαθεματικής έννοιας της Επιστήμης των Υπολογιστών, ως βασικής έννοιας του μαθήματος της Πληροφορικής αλλά και ως έννοιας σχετικής με άλλα μαθήματα όπως τα Μαθηματικά και την Τεχνολογία (Bocconi et al., 2022). Ανεξάρτητα από το πλαίσιο εφαρμογής, οι μαθητές είναι σημαντικό να αναπτύξουν δεξιότητες ΥΣ όπως αφαίρεση, τμηματοποίηση, αλγοριθμική σκέψη, αξιολόγηση και γενίκευση, καθώς και να εξοικειωθούν με εργασίες όπως η μοντελοποίηση, η προσομοίωση και οπτικοποίηση (Selby & Woollard, 2013) που πλαισιώνουν τον ορισμό της ΥΣ και εμπεριέχονται παράλληλα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ). Η σύνδεση της ΥΣ με την επίλυση προβλημάτων συνδέσει αρκετά νωρίς το ερευνητικό ενδιαφέρον που παρατηρείται για την προώθηση της ΥΣ μέσω δραστηριοτήτων ΕΡ (Chiazzese et al., 2019· Ατματζίδου, 2018). Μάλιστα οι Bocconi et al. (2022) επεσήμαναν τα ρομποτικά κιτ και τον οπτικό

προγραμματισμό ως τα σημαντικότερα μέσα προώθησης της ΥΣ στην υποχρεωτική εκπαίδευση (Bocconi et al., 2022).

Η ανάλυση των καλών εκπαιδευτικών πρακτικών που εφαρμόστηκαν κατά τη μεταφορά της δια ζώσης μάθησης σε περιβάλλον διαδικτυακής ή μικτής μάθησης λόγω της πανδημίας COVID-19 μετασχημάτισε το πλαίσιο εφαρμογής της ΕΡ στην εκπαίδευση. Η αναγκαιότητα υποστήριξης της μεταφοράς αλλά και στη συνέχεια η ανάλυση καλών πρακτικών υλοποίησης της ΕΡ εξ αποστάσεως, συνετέλεσαν στην ανάπτυξη ποικίλων εργαλείων, όπως εκπαιδευτικοί ρομποτικοί προσομοιωτές και διαδικτυακά περιβάλλοντα συνεργασίας. Οι προσομοιωτές που συναντώνται στη βιβλιογραφία μπορεί να έχουν την μορφή α) desktop περιβαλλόντων που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της ΕΡ όπως το V-REP, Webots, Gazebo, Khepera (Camargo et al., 2021), β) εφαρμογών για κινητά και γ) online περιβαλλόντων προσομοίωσης ή πλατφόρμες όπως το Tinkercad, OpenRoberta Lab, MakeCode, Snap4Arduino, Ozoblocky (Tselegaridis & Sapounidis, 2021) τα οποία μπορεί να υποστηρίξουν τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών σεναρίων για μικτά περιβάλλοντα μάθησης. Οι μαθητές ατομικά ή σε ομάδες αναλαμβάνουν συνήθως αποστολές που πρέπει να επιλύσουν μέσα στο περιβάλλον προσομοίωσης και η εργασία των μαθητών στα περιβάλλοντα προσομοίωσης μπορεί να οδηγήσει σε καλλιέργεια δεξιοτήτων ΥΣ (Martín et al., 2024). Οι προσομοιωτές ΕΡ κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος καθώς συγκριτικά με τα φυσικά ρομπότ α) διαθέτουν μεγαλύτερη ευελιξία, β) μειώνουν κατά πολύ το κόστος αγοράς και συντήρησης, και γ) ελαττώνουν τον χρόνο που απαιτείται από τον εκπαιδευτικό για σχεδιασμό και υλοποίηση αντίστοιχων δραστηριοτήτων με φυσικά ρομπότ (Kerimbayev et al., 2023· Witherspoon et al., 2017). Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί αυτό της άμεσης ανατροφοδότησης που παρέχουν οι προσομοιωτές (Joventino et al., 2023).

Η διαρκής ανάπτυξη εργαλείων ΕΡ τόσο φυσικών όσο προσομοιωτικών αναδεικνύει την ανάγκη για νέα εκπαιδευτικά πλαίσια ένταξης εξ αποστάσεως δραστηριοτήτων καθώς και επιμόρφωση εκπαιδευτικών που θα είναι σε θέση να αξιοποιούν με τους μαθητές τους τα νέα αυτά πλαίσια. Η χρήση και τα οφέλη της μικτής ή υβριδικής μάθησης (blended learning) στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν μελετηθεί αρκετά στη διεθνή βιβλιογραφία και έχουν προταθεί ποικίλα μοντέλα τα περισσότερα εκ των οποίων αφορούν την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ωστόσο, στον χώρο της ΕΡ δεν υπάρχουν σημαντικές έρευνες για χρήση μικτής μάθησης καθώς το σημαντικό πλεονέκτημα της ΕΡ είναι αυτό της εμπλοκής και συνεργασίας των μαθητών σε φυσικό περιβάλλον τάξης.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της Κοινότητας Διερεύνησης (ΚΔ) (Garrison & Arbaugh, 2007), με τις τρεις σημαντικές "παρουσίες" στις οποίες βασίζεται, είναι ικανό να στηρίξει δραστηριότητες ΕΡ σε μικτό πλαίσιο μάθησης. Η διδακτική, η γνωστική και η κοινωνική παρουσία αποτελούν σημαντικές παραμέτρους κατά τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων ΕΡ. Αποτελέσματα ερευνών αναφέρουν τη θετική συμβολή στην καλλιέργεια ΥΣ της καθοδήγησης (Atmatzidou & Demetriades, 2018) και της ανατροφοδότησης από τον εκπαιδευτικό (Chevalier et al., 2022) κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΕΡ. Συνδέουν την ΕΡ εκτός από την καλλιέργεια ΥΣ με την ανάπτυξη πολλαπλών δεξιοτήτων που έχουν ως βάση την επίλυση προβλήματος αλλά και την κοινωνική διάσταση της ομάδας κατά την υλοποίησή τους.

Η παρούσα έρευνα προσπαθεί να απαντήσει στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

ΕΡ 1: Υπάρχει διαφοροποίηση στην καλλιέργεια δεξιότητας αποσφαλμάτωσης όταν οι μαθητές εργάζονται εξ αποστάσεως σε κοινότητα διερεύνησης, σε σχέση με την ατομική εξ αποστάσεως εργασία;

ΕΡ 2: Με ποιον τρόπο η συμμετοχή σε κοινότητα διερεύνησης επιδρά στα εσωτερικά κίνητρα μαθητών Α' Γυμνασίου για την υλοποίηση δραστηριοτήτων αποσφαλμάτωσης;

Μεθοδολογία

Πλαίσιο-δείγμα

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος Πληροφορικής κατά το διάστημα Απρίλιος - Μάιος 2025 με 38 μαθητές και μαθήτριες από δύο τμήματα της Α' Γυμνασίου. Με τυχαίο τρόπο το πρώτο τμήμα θεωρήθηκε ως πειραματική ομάδα και το δεύτερο ως ομάδα ελέγχου. Και για τις δύο ομάδες, η παρέμβαση είχε διάρκεια 10 διδακτικές ώρες (7 δια ζώσης και 3 online). Οι μαθητές υλοποίησαν δραστηριότητες ΕΡ στην δωρεάν έκδοση του προσομοιωτή σε μικτό πλαίσιο μάθησης, με στόχο την καλλιέργεια συγκεκριμένων δεξιοτήτων αποσφαλμάτωσης. Στις δια ζώσης συναντήσεις πραγματοποιούνταν οι δραστηριότητες στον προσομοιωτή και εξ αποστάσεως διαφοροποιούνταν το είδος της εργασίας ανάλογα με την ομάδα. Η πειραματική ομάδα πραγματοποιήσε τις εξ αποστάσεως δραστηριότητες στην ΚΔ που δημιουργήθηκε στην εφαρμογή Engage της Microsoft 365 Copilot ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου πραγματοποίησαν τις εξ αποστάσεως δραστηριότητες ατομικά στην ηλεκτρονική τάξη του σχολείου στην πλατφόρμα 4Schools.

Περιγραφή παρέμβασης

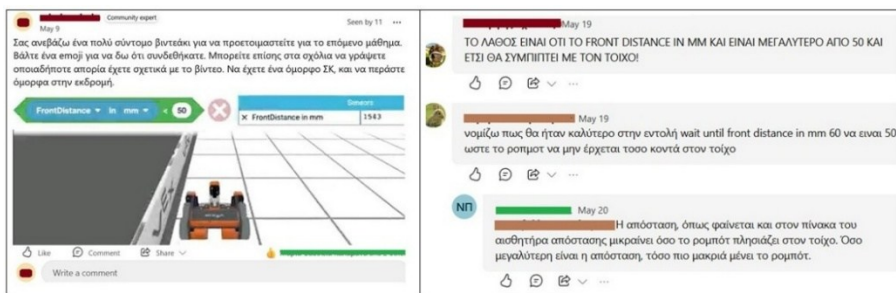
Στο πλαίσιο της ομαλής λειτουργίας του εργαστηρίου Πληροφορικής και της οδηγίας του Υπουργείου οι δια ζώσης συναντήσεις πραγματοποιούνται σε δύο συνεχόμενα 45λεπτα και κάθε τμήμα-ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Δημιουργούνται δηλαδή δύο υποομάδες και στην εξ αποστάσεως εργασία, άρα οργανώνονται δύο ΚΔ για την πειραματική ομάδα. Πειραματική Ομάδα Α (ΠΟΑ) και Πειραματική Ομάδα Β (ΠΟΒ). Οι μαθητές είχαν προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό με πλακίδια όπως η γλώσσα Scratch αλλά θεωρούνται αρχάριοι στην ΕΡ. Επιπλέον, θεωρούνται αρχάριοι ως προς την επίλυση δραστηριοτήτων αποσφαλμάτωσης (O'Dell, 2017) καθώς δεν έχουν εμπλακεί σε δραστηριότητες διόρθωσης κώδικα που δεν έχει αναπτυχθεί από τους ίδιους. Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων ΕΡ θεωρήθηκε κατάλληλη για την παρέμβαση η δωρεάν έκδοση του προσομοιωτή με κριτήριο την δυνατότητα τρισδιάστατης αναπαράστασης του ρομπότ, την εύκολη πρόσβαση των μαθητών και τη δυνατότητα αποθήκευσης των προγραμμάτων από τους μαθητές. Σχετικά με το περιβάλλον εξ αποστάσεως επικοινωνίας και συνεργασίας των μαθητών χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Engage καθώς οι μαθητές διέθεταν ήδη μαθητικό λογαριασμό και μπορούσαν να πλοηγηθούν με μεγαλύτερη ευκολία.

Αρχικά, στις δύο ομάδες (πειραματική και ομάδα ελέγχου) χορηγήθηκε το τεστ αξιολόγησης ΥΣ CTtest (Roman Gonzales et al., 2017) που περιλαμβάνει 28 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Στη συνέχεια, οι μαθητές υλοποίησαν τις ίδιες δραστηριότητες στην πλατφόρμα προσομοίωσης που περιλαμβάνει τρισδιάστατη αναπαράσταση του ρομπότ και του περιβάλλοντος του. Η παρέμβαση υιοθέτησε χαρακτηριστικά μικτής μάθησης με την πειραματική ομάδα να εργάζεται εξ αποστάσεως στην ΚΔ που είχε διαμορφωθεί, ενώ η ομάδα ελέγχου σε ατομικές δραστηριότητες στην ηλεκτρονική τάξη του μαθήματος με την οποία οι μαθητές ήταν ήδη εξοικειωμένοι. Οι μαθητές εργάζονταν δια ζώσης ατομικά στον προσομοιωτή και εξ αποστάσεως υλοποιούσαν δραστηριότητες με εστίαση στην αποσφαλμάτωση κώδικα που είχαν δημιουργήσει συμμαθητές τους στην τάξη. Στην επόμενη δια ζώσης συνάντηση προβάλλονταν και συζητούνταν τα σχόλια των συμμαθητών. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, διόρθωναν ομαδικά τον κώδικα αφήνοντας σχόλια κάτω από την ανάρτηση. Στον Πίνακα 1 περιγράφονται αναλυτικά οι συναντήσεις των ομάδων.

Πίνακας 1. Περιγραφή Συναντήσεων Παρέμβασης

Αρ	Περιγραφή	Τρόπος Διεξαγωγής	Λογισμικό εργασίας	Πειραματική Ομάδα	Ομάδα Ελέγχου
1	Ενημέρωση για την συμμετοχή στην έρευνα και συμπλήρωση του CTtest.	Δια ζώσης	-	✓	✓
2	Εξοικείωση με τις λειτουργικότητες της πλατφόρμας προσομοίωσης	Δια ζώσης	προσομοιωτής	✓	✓
3	Δραστηριότητες με χρωματικά μοτίβα (Art Canvas Playground)	Δια ζώσης	προσομοιωτής	✓	✓
4	Αρχική Δραστηριότητα γνωριμίας	Online	κοινότητα δ.	✓	✗
5	Δραστηριότητα με αισθητήρα απόστασης (Wall Maze Playground)	Δια ζώσης	προσομοιωτής	✓	✓
6	Δραστηριότητα αναγνώρισης μοτίβων και αποσφαλμάτωσης	Online	κοινότητα δ. ηλ. τάξη	✓ ✗	✗ ✓
7	Δραστηριότητα με αισθητήρα απόστασης (β' μέρος) (Wall Maze Playground)	Δια ζώσης	προσομοιωτής	✓	✓
8	Υπολογίζοντας τον βέλτιστο χρόνο (Wall Maze Playground)	Online	κοινότητα δ. ηλ. τάξη	✓ ✗	✗ ✓
9	Ολοκλήρωση της πρόκλησης	Δια ζώσης	προσομοιωτής	✓	✓
10	Συμπλήρωση CTtest	Δια ζώσης	-	✓	✓
11	Συμπλήρωση ερωτηματολογίου IMI	Δια ζώσης	-	✓	✓
	Συμπλήρωση ερωτηματολογίου CoI	Δια ζώσης	-	✓	✓

Στην πλατφόρμα Engage σχεδιάστηκε για κάθε ομάδα ΠΟΑ και ΠΟΒ ένα κανάλι επικοινωνίας για τους μαθητές οργανωμένο με τέτοιο τρόπο για να ευνοεί τόσο τα τρία είδη παρουσιών της ΚΔ όσο και τις σχεδιαστικές αρχές της κάθε παρουσίας. Η πλατφόρμα παρέχει ευκολία στον διαμοιρασμό αρχείων και στη δημιουργία νημάτων (threads) για την προώθηση της συζήτησης. Γίνονται αναρτήσεις με εκπαιδευτικό υλικό, οδηγίες για τις εργασίες και οι μαθητές σε μικρότερες ομάδες επιλύουν τις δραστηριότητες (Σχήμα 1). Λόγω του περιορισμένου χρόνου της παρέμβασης, υπάρχουν πιθανοί περιορισμοί σχετικά με την ακριβή εφαρμογή των φάσεων.

**Σχήμα 1. Στιγμιότυπα από τις δραστηριότητες στην πλατφόρμα**

Συλλογή-ανάλυση δεδομένων

Για τη διερεύνηση του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος χρησιμοποιήθηκε το τεστ ΥΣ CTtest το οποίο αποτελείται από 28 ερωτήσεις 4 επιλογών με μία μοναδική σωστή απάντηση η οποία

προσμετράται στο συνολικό σκορ με έναν βαθμό. Η λανθασμένη απάντηση δεν έχει αρνητική βαθμολόγηση. Κάθε ερώτηση συνδέεται επίσης τόσο με έννοιες ΥΣ (Βασικές οδηγίες, Απλή και σύνθετη επιλογή, Επανάληψη κλπ) όσο και με γνωστικές διαδικασίες όπως η ακολουθία, η ολοκλήρωση και η αποσφαλμάτωση. Το συγκεκριμένο τέστ δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων κάθε μαθητή στο pre-test καθώς και στο post-test. Τα αποτελέσματα μεταφέρθηκαν στην κλίμακα το 10 για να είναι ευανάγνωστα. Για τη διερεύνηση του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος χρησιμοποιήθηκαν τρία εργαλεία. Το ερωτηματολόγιο Εσωτερικών Κινήτρων (IMI) η αρχική έκδοση του οποίου αποτελείται από 45 ερωτήσεις. Στο πλαίσιο της έρευνας χρησιμοποιήθηκε συντομότερη έκδοσή του με 30 ερωτήσεις που περιλάμβανε τέσσερις από τις 7 παραμέτρους: "Ενδιαφέρον/ευχαρίστηση", "Εκτιμώμενη Ικανότητα", "Προσπάθεια/σημασία", "Πίση/ένταση" και "Αξία/Χρησιμότητα" (Ryan & Deci, 2000). Χρησιμοποιήθηκε επίσης το Ερωτηματολόγιο Κοινότητας Διερεύνησης (CoI), συγκεκριμένα μία καταλληλότερη για δευτεροβάθμια εκπαίδευση έκδοσή του (Zuo et al., 2022) η οποία περιλαμβάνει 20 ερωτήσεις που σχετίζονται με τη διδακτική, γνωστική και κοινωνική παρουσία. Στατιστικά δεδομένα και μηνύματα της κοινότητας διερεύνησης (πλατφόρμα τόσο για ποσοτική όσο και ποιοτική ανάλυση. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το ημερολόγιο εκπαιδευτικού με παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

Αποτελέσματα

Ερευνητικό ερώτημα 1: Υπάρχει διαφοροποίηση στην καλλιέργεια των δεξιοτήτων ΥΣ όταν οι μαθητές εργάζονται εξ αποστάσεως για την επίλυση δραστηριοτήτων αποσφαλμάτωσης σε κοινότητα διερεύνησης συγκριτικά με την ατομική εξ αποστάσεως εργασία;

Από την ανάλυση των απαντήσεων του CTest, προκύπτει μία ήπια βελτίωση και στις δύο ομάδες ως προς τον μέσο όρο των απαντήσεων (Πίνακας 2). Η πειραματική ομάδα παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερη βελτίωση από το 5,06 του pre-test σε 5,55 ενώ η ομάδα ελέγχου από 5,48 σε 5,77. Τα αποτελέσματα του paired ttest που πραγματοποιήθηκε, υποδεικνύουν πως ούτε στην πειραματική ομάδα ($p = 0,114$) ούτε στην ομάδα ελέγχου ($p = 0,237$) παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών γεγονός που συμβαδίζει με τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας (Martín et al., 2024). Η μικρή αυτή αύξηση στις τιμές μπορεί να είναι ένδειξη εξοικείωσης των μαθητών με τις έννοιες της ΥΣ γεγονός το οποίο θα αποτυπωνόταν με μεγαλύτερη σαφήνεια σε παρέμβαση μεγαλύτερης διάρκειας. Οι διαφορές μεταξύ μέσου όρου και τυπικής απόκλισης, ειδικά στο pre-test υποδεικνύουν πιθανή ασυμμετρία στην κατανομή των επιδόσεων με κάποιους μαθητές να έχουν αρκετά χαμηλές τιμές. Τα αποτελέσματα αυτά θεωρούνται αναμενόμενα λόγω του ετερογενούς γνωστικού επιπέδου των μαθητών.

Σε μία πιο εστιασμένη ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών που έχουν ως στόχο την αποσφαλμάτωση (Ερωτήσεις 3,7,11,16,19), παρατηρείται στην πειραματική ομάδα αύξηση του μέσου όρου από 5,57 σε 5,90. Αντιθέτως, στα αποτελέσματα της ομάδας ελέγχου παρατηρείται ελαφριά πτώση στην επίδοσή τους καθώς ο μέσος όρος από 6,00 μειώνεται σε 5,58. Το γεγονός αυτό, θα μπορούσε να υποδεικνύει μία ελαφριά τάση στην οποία οι μαθητές που αλληλεπίδρασαν σε ΚΔ για να επιλύσουν δραστηριότητες αποσφαλμάτωσης, έχουν ένα μικρό προβάδισμα στον μέσο όρο. Η διαφορά αυτή αν και είναι μικρή, θα μπορούσε να θεωρηθεί ενδεικτική της υποστήριξης που παρέχει η ΚΔ για ανοιχτή επικοινωνία και δημιουργία θετικού κλίματος (Garrison & Arbaugh, 2007). Παράλληλα, η μείωση του σκορ της ομάδας ελέγχου στις ίδιες ερωτήσεις, μπορεί να συσχετιστεί με το μειωμένο κίνητρο των

μαθητών για τις δραστηριότητες αποσφαλμάτωσης κάτι το οποίο διερευνάται στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα.

Πίνακας 2. Στατιστικά αποτελέσματα CTtest (κλίμακα 10)

	Πειραματική ομάδα			Ομάδα ελέγχου		
	Μέσος Όρος	Τοπική Απόκλιση	Μέση Τιμή	Μέσος Όρος	Τοπική Απόκλιση	Μέση Τιμή
Μέσος όρος (pre-test)	5,07	1,6	4,64	5,48	1,37	6,07
Μέσος όρος (post-test)	5,55	1,83	5,38	5,77	1,36	5,53
Μέσος όρος ερωτήσεων αποσφαλμάτωσης (pre)	5,47	2,74	6,00	6,00	2,90	6,00
Μέσος όρος ερωτήσεων αποσφαλμάτωσης (post)	5,90	2,94	6,00	5,58	2,55	6,00

Ερευνητικό ερώτημα 2: Με ποιον τρόπο η κοινότητα διερεύνησης επιδρά στα εσωτερικά κίνητρα των μαθητών της Α' Γυμνασίου, για την υλοποίηση δραστηριοτήτων αποσφαλμάτωσης;

Για την διερεύνηση του ερωτήματος αυτού αναλύθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο εσωτερικών κινήτρων το οποίο συμπληρώθηκε από την πειραματική και την ομάδα ελέγχου και το ερωτηματολόγιο ΚΔ που συμπληρώθηκε μόνο από την πειραματική ομάδα. Παράλληλα έγινε ποσοτική και ποιοτική ανάλυση δεδομένων της πλατφόρμας της ΚΔ. Για την συμπληρωματική ερμηνεία ορισμένων αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε επίσης το ημερολόγιο παρατήρησης της εκπαιδευτικού. Κατά την ανάλυση των δεδομένων παρατίθενται συνδυαστικά αποτελέσματα όλων των ερευνητικών εργαλείων.

Με βάση τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου εσωτερικών κινήτρων (Πίνακας 3) προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αισθάνθηκαν υψηλότερο ενδιαφέρον/απόλαυση για το σύνολο των δραστηριοτήτων ($MO = 7,78$) έναντι της ομάδας ελέγχου ($MO = 5,94$). Επιπλέον, αξιολόγησαν πολύ θετικά την αξία/χρησιμότητα των δραστηριοτήτων ($MO = 7,52$) έναντι ($MO = 6,58$).

Πίνακας 3. Σύγκριση αποτελεσμάτων IMI (κλίμακα του 10)

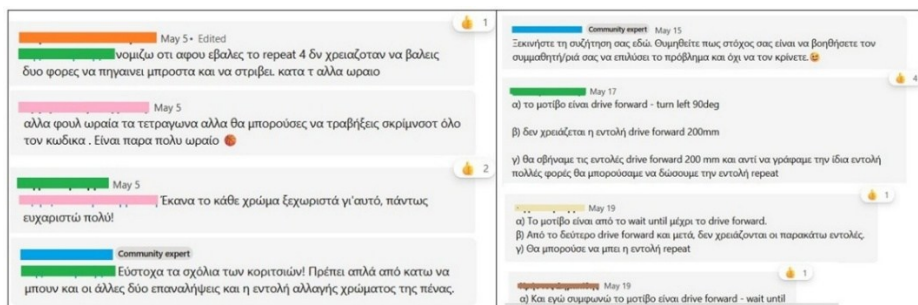
Κατηγορία μηνύματος	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
Ενδιαφέρον/ευχαρίστηση	7,78	5,94
Εκτιμώμενη ικανότητα	6,77	6,79
Προσπάθεια/σημασία	6,92	6,80
Πίεση/ένταση	4,66	4,33
Αξία/χρησιμότητα	7,52	6,58

Το αυξημένο κίνητρο των μαθητών της πειραματικής ομάδας ενισχύεται και από την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στις δύο ΚΔ. Καταμετρήθηκαν συνολικά 232 μηνύματα και 185 κοινωνικές αντιδράσεις (εμότζις). Η πειραματική υποομάδα ΠΟΑ αλληλεπέδρασε στο σύνολο με 91 μηνύματα και 70 αντιδράσεις σε μηνύματα συμμαθητών ή της εκπαιδευτικού. Η πειραματική ομάδα ΠΟΒ έστειλε 141 μηνύματα και 114 αντιδράσεις (Πίνακας 4). Στη συνέχεια τα μηνύματα κατηγοριοποιήθηκαν ως προς το είδος του περιεχομένου τους.

Πίνακας 4. Κατηγοριοποίηση μηνυμάτων πλατφόρμας Engage

Κατηγορία μηνύματος	ΠΟΑ	ΠΟΒ
Διδακτική παρουσία	26	29
Γνωστική παρουσία	44	35
Κοινωνική παρουσία	21+71	64+114
Σύνολο	162	178

Από την ποσοτική ανάλυση των μηνυμάτων (Πίνακας 4) προκύπτει το συμπέρασμα πως οι δύο υποομάδες ΠΟΑ και ΠΟΒ διαφοροποιούνται αριθμητικά κυρίως ως προς το σύνολο των μηνυμάτων κοινωνικού περιεχομένου και των "κοινωνικών" αντιδράσεων (εμότζι) αλλά και ποιοτικά ως προς το είδος των συζητήσεων που πραγματοποιούνται. Από την ποιοτική (θεματική) ανάλυση των μηνυμάτων προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μαθητές και των δύο υποομάδων εύκολα παρέχουν θετική ανατροφοδότηση στους άλλους συμμετέχοντες αλλά δυσκολεύονται να επισημάνουν τυχόν παραλείψεις στο πρόγραμμα που τίθεται προς αποσφαλμάτωση. Στο ημερολόγιο συναντήσεων, υπάρχουν καταγεγραμμένες δύο περιπτώσεις αδυναμίας των μαθητών να επιλύσουν γραπτά στην πλατφόρμα μικρές διαφωνίες σχετικά με την επικοινωνία τους. Για την πρώτη περίπτωση χρειάστηκε να γίνει διευκρίνιση τόσο προφορικά όσο και με σχόλιο στην πλατφόρμα για την διαφοροποίηση της έννοιας της αποσφαλμάτωσης από τη διαδικασία "κρίσης" των άλλων συμμετεχόντων. Στη δεύτερη, η μαθήτρια συμβουλευτήκε για τον τρόπο που μπορούσε να απαντήσει, αλλά τελικά επέλεξε να μην το κάνει. Επιπλέον, προκύπτει όμως ότι η ομάδα ΠΟΒ, αν και έχει λιγότερα γνωστικά μηνύματα συγκριτικά με την ΠΟΑ δημιουργεί συζητήσεις που σταδιακά αποκτούν περισσότερο χαρακτηριστικά ΚΔ με εμφανή τη συνύπαρξη των τριών ειδδών παρουσίας μιας ΚΔ (Σχήμα 1 και Σχήμα 2). Οι μαθητές απαντούν στοχευμένα σε προηγούμενα μηνύματα συμμαθητών τους και αρκετά συχνά απαντούν με ευχαριστήριο μήνυμα στα σχόλια των συμμαθητών τους. Υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για τον συσχετισμό της κοινωνικής παρουσίας και την επιρροή της ικανότητας των μαθητών να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά ως ομάδα.

**Σχήμα 2. Στιγμιότυπα συζήτησης στην ΠΟΑ και ΠΟΒ αντίστοιχα.**

Από την άλλη, η ομάδα ΠΟΒ αν και συμμετέχει το ίδιο ενεργά στις εργασίες, απαντά περισσότερο ατομικά στα μηνύματα, ακολουθώντας ίσως τον ήδη οικείο τρόπο των ατομικών εργασιών στην ηλεκτρονική τάξη που δεν απαιτεί αλληλεπίδραση. Στο Σχήμα 2 απεικονίζονται δύο ενδεικτικά παραδείγματα. Το συμπέρασμα αυτό είναι αναμενόμενο καθώς το διάστημα της παρέμβασης είναι μικρό (3 εξ αποστάσεως συναντήσεις) και δεν αναμένεται να επιφέρει μεγάλες αλλαγές στις στάσεις των μαθητών.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου της ΚΔ παρατηρείται πως οι μαθητές αντιλήφθηκαν έντονα την παρουσία της εκπαιδευτικού ($MO = 8,80$) γεγονός που ερμηνεύεται από την υψηλότερη βαθμολογία που συγκεντρώνει η διδακτική παρουσία στον Πίνακα 4. Ακολουθεί η Γνωστική παρουσία ($MO = 8,13$) και η κοινωνική παρουσία ($MO = 7,77$). Οι χαμηλές τυπικές αποκλίσεις (όλες μικρότερες από 0,5) υποδεικνύουν υψηλή ομοιογένεια στις απαντήσεις των μαθητών. Η ελαφρώς πιο χαμηλή βαθμολογία της κοινωνικής παρουσίας ενδεχομένως σχετίζεται με την μικρότερη εξοικείωση που έχουν οι μαθητές σε διαδικτυακές κοινότητες. Αξίζει να σημειωθεί πως η πρόταση "Ενώσα άνετα να διαφωνώ με τους συμμαθητές μου, ενώ παρόλα αυτά διατηρούσαμε αίσθηση εμπιστοσύνης" που αφορά την κοινωνική παρουσία συγκεντρώνει την μικρότερη βαθμολογία ($MO = 6,84$).

Πίνακας 5. Στατιστικά αποτελέσματα ερωτηματολογίου ΚΔ (κλίμακα 10)

Είδος παρουσίας	MO	Τυπική απόκλιση
Διδακτική παρουσία	8,80	0,43
Κοινωνική παρουσία	7,77	0,44
Γνωστική παρουσία	8,13	0,34

Η εργασία στην ΚΔ δεν φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα την αντίληψη των μαθητών για την καταβάλλουσα προσπάθεια σχετικά με την υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Συγκρίνοντας τον μέσο όρο απαντήσεων της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, η προσπάθεια χαρακτηρίστηκε ως μέτρια προς υψηλή ($MO = 6,92$ και $MO = 6,80$) (Πίνακας 2). Τα επίπεδα έντασης και άγχους δεν φαίνεται να έχουν σημαντικές διαφορές κατά την σύγκριση των δύο ομάδων. Οι μαθητές δεν παρατηρείται να βίωσαν ιδιαίτερη πίεση ή ένταση κατά την υλοποίησή των δραστηριοτήτων. Οι αντίστοιχες βαθμολογίες για την πειραματική ομάδα είναι ($MO = 4,66$) και για την ομάδα ελέγχου ($MO = 4,33$).

Συμπεράσματα και μελλοντική έρευνα

Συνοπτικά η παρούσα έρευνα συμβάλλει στη βιβλιογραφία απαντώντας αρχικά στο ερώτημα αν η ΚΔ επηρεάζει την καλλιέργεια δεξιοτήτων ΥΣ, ιδιαίτερα της αποσφαλμάτωσης μέσω της συμμετοχής των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ μέσω προσομοιωτή. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν μία ήπια τάση στην αύξηση των επιδόσεων των δύο ομάδων με ένα μικρό προβάδισμα της ομάδας που χρησιμοποίησε ΚΔ τόσο στις συνολικές επιδόσεις του CTtest όσο και στις ερωτήσεις του τεστ που σχετίζονται με την δεξιότητα της αποσφαλμάτωσης. Αν και δεν μπορούν να προκύψουν στατιστικά σημαντικά συμπεράσματα για την επίδραση της ΚΔ στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, υπάρχει συσχέτιση των αποτελεσμάτων με την αύξηση του κινήτρου των μαθητών. Τόσο από τα ποσοτικά δεδομένα των ερωτηματολογίων εσωτερικών κινήτρων και ΚΔ όσο και από τα ποιοτικά δεδομένα της πλατφόρμας, προκύπτει το συμπέρασμα πως η ΚΔ αυξάνει το κίνητρο των μαθητών οι οποίοι βιώνουν τη διαδικασία ως περισσότερο ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική και παράλληλα οι δραστηριότητες έχουν για εκείνους μεγαλύτερη αξία. Σχετικά με την οργάνωση της ΚΔ θεωρείται σημαντική η συμβολή της κοινωνικής παρουσίας καθώς βελτιώνει τη ροή της συζήτησης στις ομάδες.

Στα μελλοντικά σχέδια της ερευνητικής ομάδας είναι η εφαρμογή της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών των πρώτων τάξεων του Γυμνασίου με πειραματική ομάδα που εργάζεται εξ αποστάσεως με βάση το μοντέλο της ΚΔ. Τέλος, η αύξηση του χρόνου των παρεμβάσεων αλλά και η εστίαση σε νέες δεξιότητες ΥΣ αποτελούν επιπλέον ερευνητικούς στόχους. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν να προκύψουν σημαντικά συμπεράσματα για την καλλιέργεια δεξιοτήτων ΥΣ σε μικτό πλαίσιο μάθησης.

Αναφορές

- Arbaugh, J. B., Cleveland-Innes, M., Diaz, S. R., Garrison, D. R., Ice, P., Richardson, J. C., & Swan, K. P. (2008). Developing a community of inquiry instrument: Testing a measure of the community of inquiry framework using a multi-institutional sample. *The Internet and Higher Education*, 11(3-4), 133-136.
- Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How does the degree of guidance support students' metacognitive and problem-solving skills in educational robotics? *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 70-85.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kamyli, P., Dagiené, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2022). *Reviewing computational thinking in compulsory education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Camargo, C., Gonçalves, J., Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Costa, P., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Systematic literature review of realistic simulators applied in an educational robotics context. *Sensors*, 21(12), 4031. <https://doi.org/10.3390/s21124031>
- Chiazese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the Bebras tasks. *Informatics*, 6(4), 43. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Garrison, D. R., & Arbaugh, J. B. (2007). Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions. *The Internet and Higher Education*, 10(3), 157-172.
- Joventino, C. F., Silva, R. A. A., Pereira, J. H. M., Yabarrena, J. M. S. C., & de Oliveira, A. S. (2023). A sim-to-real practical approach to teach robotics into K-12: A case study of simulators, educational and DIY robotics in competition-based learning. *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications*, 107, 14. <http://doi.org/10.1007/s10846-022-01790-2>
- Kerimbayev, N., Nurym, N., Akramova, A., & Abdykarimova, S. (2023). Educational robotics: Development of computational thinking in collaborative online learning. *Education and Information Technologies*, <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11806-5>
- Martín, L. C. S., Hijón-Neira, R., Pizarro, C., & Cañas, J. M. (2024). Fostering computational thinking with simulated 3D robots in secondary education. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4), e22740.
- O'Dell, D. H. (2017). The Debugging Mindset: Understanding the psychology of learning strategies leads to effective problem-solving skills. *Queue*, 15(1), 71-90.
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2019). Combining assessment tools for a comprehensive evaluation of computational thinking interventions. In *Computational thinking education* (pp. 79-98). Springer.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: the developing definition*. Paper presented at the 18th annual conference on innovation and technology in computer science education, Canterbury.
- Tselegkaridis, S., & Sapounidis, T. (2021). Simulators in educational robotics: A review. *Education Sciences*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/educsci11010011>
- Witherspoon, E. B., Higashi, R. M., Schunn, C. D., Baehr, E. C., & Shoop, R. (2017). Developing computational thinking through a virtual robotics programming curriculum. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18(1), 1-20.
- Zuo, M., Hu, Y., Luo, H., Ouyang, H., & Zhang, Y. (2022). K-12 students' online learning motivation in China: An integrated model based on community of inquiry and technology acceptance theory. *Education and Information Technologies*, 27(4), 4599-4620.