ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

12ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Διδακτική της Πληροφορικής»

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 19:45:32

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 19:45:32

12ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή

"Διδακτική της Πληροφορικής"

Τόμος Πρακτικών

Επιμέλεια

Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Α., Σοφός, Α., Φωκίδης, Ε., & Κώστας Α.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ | ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΤΠΕ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ | ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

12ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής"
Ρόδος, 31 Οκτωβρίου-2 Νοεμβρίου 2025

Τόμος Πρακτικών

Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Α., Σοφός, Α., Φωκίδης, Ε., & Κώστας Α. (Επιμ.) (2025). *Πρακτικά 12ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής"*. ΕΤΠΕ.

ISBN: 978-618-5866-02-0
ISSN: 2529-0908

© 2025
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση

Η διανομή, ανάμιξη, προσαρμογή και αξιοποίηση του υλικού σε οποιοδήποτε μέσο ή μορφή επιτρέπεται μόνο για μη εμπορικούς σκοπούς και μόνο εφόσον γίνεται αναφορά στους δημιουργούς. Εάν το υλικό αναμιχθεί, προσαρμοστεί και αξιοποιηθεί, άδεια για το τροποποιημένο υλικό πρέπει να δοθεί με τους ίδιους όρους.

Distribution, remixing, adaptation, and building upon the material in any medium or format is allowed for noncommercial purposes only, and only so long as attribution is given to the creators. If the material is remixed, adapted, or built upon, license to the modified material must be given under identical terms.

Οι απόψεις, μέθοδοι και δεδομένα που περιλαμβάνονται στα άρθρα του τόμου εκφράζουν αποκλειστικά τις θέσεις των συγγραφέων. Οι επιμελητές αποποιούνται κάθε ευθύνη για οποιαδήποτε ζημία ενδέχεται να προκύψει από τις απόψεις, μεθόδους ή δεδομένα που αναφέρονται στα εν λόγω άρθρα.

The opinions, methods, and data contained in the articles of this volume express exclusively the positions of the authors. The editors disclaim any liability for damages that may arise from the opinions, methods or data referred to in these articles.

Με τη συνδρομή

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

aegean islands
cyclades • dodecanese
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
Π.Μ.Σ. Διδακτική των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
Π.Μ.Σ. Επιστήμες της Αγωγής Εκπαίδευση με τη χρήση Νέων Τεχνολογιών

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ (Κ.Ε.ΔΙ.ΒΙ.Μ.)

Χορηγοί

EDUK8

ΕΚΔΟΣΕΙΣ GUTENBERG

Διερευνητική Μάθηση
why.gr

coursity

Μελισσοκομική Δωδεκανήσου

ΔΙΣΙΓΜΑ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

Επιτροπές

Συντονιστική Επιτροπή

- Φεσάκης Γ., Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Δημητρακοπούλου Α., Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Σοφός Α., Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Κώστας Α., Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Κόμης Β., Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Τζιμογιάννης Α., Καθηγητής, Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
- Μπράτιτσης Θ., Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Διεθνής Επιστημονική Επιτροπή

- Afantenos S., University of Toulouse, France
- Armoni M., The Weizmann Institute of Science, Israel
- Chatzichristofis S., Neapolis University Pafos
- Dagiene V., Vilnius University, Lithuania
- Dengel A., Goethe-Universität, Germany
- Giannakos M., NTNU-Norwegian University of Science and Technology
- Michaeli T., TU München, Germany
- Özçınar H., Pamukkale Üniversitesi, Turkiye
- Papavlasopoulou S., NTNU-Norwegian University of Science and Technology
- Sanusi I., University of Eastern Finland
- Tsarava K., University of Tübingen, Germany
- Yeter I., National Institute of Education at Nanyang Technological University in Singapore
- Zapušek M., Univerza v Ljubljani, Slovenia

Εθνική Επιστημονική Επιτροπή

- Βουρλέτσης Ι., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Γριζιώτη Μ., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Γόγουλου Α., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Δημητρακοπούλου Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Δημητριάδης Σ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Δουκάκης Σ., Ιόνιο Πανεπιστήμιο
- Καραγιαννίδης Χ., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Καράμπελας Π., Σχολή Ικάρων

- Κόμης Β., Πανεπιστήμιο Πατρών
- Κουτρομάνος Γ., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κώστας Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Λαδιάς Α., ΕΤΠΕ, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
- Μπέλλου Ι., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Μπράτιτσης Θ., Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
- Ξυνόγαλος Σ., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Παναγιωτακόπουλος Χ., Πανεπιστήμιο Πατρών
- Παπαδάκης Σπ., ΠΕ.Κ.Ε.Σ. Δυτικής Ελλάδας
- Παπαδάκης Στ., Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Παπανικολάου Κ., ΑΣΠΑΙΤΕ
- Πολίτης Π., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Σατρατζέμη Μ., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Σοφός Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Τζιμογιάννης Αθ., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
- Τζωρτζάκης Ι., ΠΕΚΕΣ Πελοπονήσσου
- Τσιωτάκης Π., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
- Φεσάκης Γ., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Φωκίδης Ε., Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Οργανωτική Επιτροπή

- Ανδρεαδάκης Ν., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Αυγερινός Ε., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Βλάχου Ρ., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Δημητρακοπούλου Α., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Ηλιοπούλου Ι., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Καλαβάσης Φ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Καζούλλη Β., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Καραμούζης Π., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Καράμπελας Κ., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Καφούση Σ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Κόκκινος Δ., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Κοντάκος Α., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Κρητικός Γ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Κώστας Α., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Παράσχου Β., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Πιτσικάλης Σ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Σκουμιός Μ., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

- Σκουμπουρδή Χ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Σοφός Α., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Σπανός Δ., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Σταμάτης Π., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Ταψής Ν., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Τραντάς Π., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Τσιγάρος Θ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Φεσάκης Γ., Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού
- Φωκίδης Ε., Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Προσκεκλημένοι ομιλητές

Dave Touretzky

David S. Touretzky is a Research Professor of Computer Science at Carnegie Mellon University in Pittsburgh, PA. He is the founder and chair of the "AI for Georgia" project (AI4GA), which has been developing national guidelines for teaching artificial intelligence in K–12 education. AI4GA is also developing and testing an AI elective course for Georgia middle school students; this effort is now expanding into Texas and Florida. Dr. Touretzky is a Fellow of the American Association for the Advancement of Science, a Senior Member of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence and has been named a Distinguished Scientist by the Association for Computing Machinery.

Tilman Michaeli

Prof. Michaeli studied Computer Science for Secondary Education at the FAU Erlangen-Nürnberg, completing his studies in 2017. Subsequently, he served as a research assistant at the Professorships for Computing Education in Erlangen and at the Free University of Berlin, where he completed his Ph.D. In 2021, he assumed the Professorship for Computing Education at the TUM School of Social Sciences and Technology in Munich. His primary research interests include debugging in K–12 education, data and AI literacy, and the development of digital competencies for teachers across all disciplines. In his work within the field of computing education, he not only seeks to explain the digital world and its underlying phenomena but also aims to empower individuals to actively and creatively shape this world. To achieve this, he integrates empirical and design-oriented research, with a strong emphasis on K–12 teaching practices.

Στέργος Αφαντενός

Ο Στέργος Αφαντενός είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Τουλούζης, με σπουδές Πληροφορικής στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και διδακτορικό από το ΕΜΠ. Πραγματοποίησε μεταδιδακτορική έρευνα στη Γαλλία και εντάχθηκε στο διδακτικό προσωπικό του Πανεπιστημίου της Τουλούζης το 2010. Έχει σημαντική δραστηριότητα στην Υπολογιστική Γλωσσολογία, ειδικά στην Αυτόματη Περίληψη, Ανάλυση Ρητορικής Δομής και Αναλογίες. Το έργο του έχει δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία και κορυφαία συνέδρια. Έχει επιβλέψει περισσότερες από 10 μεταπτυχιακές εργασίες και τρεις διδακτορικές διατριβές. Έχει διατελέσει κύριος ερευνητής σε εθνικά και ευρωπαϊκά έργα (TEXT-ECOP, AT2TA, DATCHA, Polymnie, ASFALDA, ANNODIS, PIITHIE, STAC). Αξιολογεί εργασίες σε μεγάλα διεθνή συνέδρια Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας όπως τα ACL, EACL, EMNLP, Coling, καθώς και για συνέδρια Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως τα IJCAI και ECAI.

Εισαγωγικό Σημείωμα

Εισαγωγή

Το Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής" έχει συνεχή πορεία στον ακαδημαϊκό χώρο, η οποία ξεκίνησε με την πρώτη του διοργάνωση στην Αθήνα το 2001. Η θεσμική καθιέρωσή του θεωρείται ότι έγινε το 2003, με την ομώνυμη διημερίδα που πραγματοποιήθηκε στον Βόλο. Από τότε, το Συνέδριο διοργανώνεται ανελλιπώς κάθε δύο χρόνια, με φιλοξενία από διάφορα Πανεπιστήμια σε πόλεις όπως η Κόρινθος (2005), η Πάτρα (2008), η Αθήνα (2010), η Φλώρινα (2012 και 2021), το Ρέθυμνο (2014), τα Ιωάννινα (2016), η Θεσσαλονίκη (2018), η Καβάλα (2023) και η Ρόδος (2025). Η Ελλάδα πρωτοπόρησε με τη θέσπιση ενός συνεδρίου αποκλειστικά αφιερωμένου στη Διδακτική της Πληροφορικής. Παρά το σχετικά μικρό μέγεθος της επιστημονικής κοινότητας, αυτό επέτρεψε στο συνέδριο να επιβιώσει για σχεδόν 25 χρόνια, με τις προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη να είναι αρκετά θετικές.

Το Συνέδριο απευθύνεται σε ακαδημαϊκούς, ερευνητές και εκπαιδευτικούς που δραστηριοποιούνται στην επιστημονική διερεύνηση της Διδακτικής της Πληροφορικής, καθώς και στη μελέτη του σύνθετου πλέγματος κοινωνικών, πολιτισμικών, πολιτικών, οικονομικών και επιστημονικών ζητημάτων που συναρτώνται με την ενσωμάτωσή της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ), της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) και του ψηφιακού εγγραμματισμού στην εκπαίδευση. Η διεξαγωγή του Συνεδρίου φιλοδοξεί να προσφέρει ένα επιστημονικό βήμα για την παρουσίαση, τη συζήτηση και την κριτική ανάλυση θεωρητικών, ερευνητικών και διδακτικών ζητημάτων που άπτονται της Διδακτικής της Πληροφορικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής" διεξήχθη παράλληλα με το 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "ΤΠΕ στην Εκπαίδευση", σε συνδιοργάνωση από την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση (Ε.Τ.Π.Ε.), το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης (Π.Τ.Δ.Ε.) και το Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού (Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.) του Πανεπιστημίου Αιγαίου, με την υποστήριξη της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών (Σ.Α.Ε.) του Πανεπιστημίου Αιγαίου και τη συνδρομή της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.

Η Διδακτική της Πληροφορικής (Computer Science Education) αποτελεί ένα διαρκώς εξελισσόμενο επιστημονικό πεδίο, το οποίο βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των εκπαιδευτικών και κοινωνικών προκλήσεων του 21ου αιώνα. Σε μια εποχή όπου η ψηφιακή τεχνολογία διεισδύει σε κάθε πτυχή της ζωής, η καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης και η κατανόηση των θεμελιωδών αρχών της επιστήμης των υπολογιστών είναι πιο κρίσιμη από ποτέ.

Ιδιαίτερη έμφαση, όπως ήταν μάλλον αναμενόμενο, έχει δοθεί τα τελευταία χρόνια στην ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Η εμφάνιση μεγάλων γλωσσικών μοντέλων (Large Language Models - LLMs), όπως το ChatGPT, θέτει νέα ερωτήματα για το τι σημαίνει εγγραμματισμός στην ΤΝ (AI Literacy). Οι μαθητές μας δεν χρειάζεται μόνο να γνωρίζουν πώς λειτουργούν αυτά τα συστήματα, αλλά και να κατανοούν τις ηθικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της χρήσης τους. Η έρευνα στον τομέα αυτό είναι απαραίτητη για να αναπτυχθούν αποτελεσματικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις, να σχεδιαστούν κατάλληλα διδακτικά υλικά και να προετοιμαστούν οι εκπαιδευτικοί, για να διδάξουν μια τεχνολογία που μεταβάλλεται με ραγδαίους ρυθμούς. Η έμφαση στην Τεχνητή Νοημοσύνη αντανακλάται στις εργασίες του 12ου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής" το οποίο φιλοξενεί μια σειρά από προσκεκλημένους ομιλητές και ερευνητικές εργασίες που αφορούν την επικαιρότητα, καθώς και ερευνητικές εργασίες που εντάσσονται στις νέες κατευθύνσεις του πεδίου.

Στο 12ο Συνέδριο για τη "Διδακτική της Πληροφορικής" εγκρίθηκαν για δημοσίευση συνολικά 26 εργασίες. Πιο συγκεκριμένα στις εργασίες περιλαμβάνονται τρεις προσκεκλημένες ομιλίες, 21 πλήρη άρθρα ενώ πραγματοποιήθηκαν και δύο επιμορφωτικά εργαστήρια. Οι εργασίες του Συνεδρίου οργανώθηκαν θεματικά ως εξής:

- Προσκεκλημένες ομιλίες (3)
- Θεματική ενότητα 1: Πληροφορική και Υπολογιστική Σκέψη στην Προσχολική και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (6 άρθρα)
- Θεματική ενότητα 2: Διδακτικές Παρεμβάσεις και Αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης (5 άρθρα)
- Θεματική ενότητα 3: Εκπαιδευτική Ρομποτική και Ανάπτυξη Οριζόντιων δεξιοτήτων (5 άρθρα)
- Θεματική ενότητα 4: Διδακτική Τεχνητής Νοημοσύνης και Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής (5 άρθρα)
- Επιμορφωτικά Εργαστήρια (2)

Στη συνέχεια του εισαγωγικού σημειώματος γίνεται συνοπτική αναφορά των εργασιών σε κάθε θεματική.

Προσκεκλημένες ομιλίες

Στο 12ο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής" είχαμε την χαρά να παρακολουθήσουμε τρεις προσκεκλημένες ομιλίες με θέματα σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη.

Ειδικότερα, ο Καθηγητής **Δρ. David S. Touretzky**, ερευνητής της Επιστήμης των Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon, ιδρυτής και πρόεδρος του οργανισμού AI4K12.org για την προώθηση της διδασκαλίας της ΤΝ στην εκπαίδευση K-12, ανέπτυξε το θέμα "What does 'play' look like when your toys are smarter than you?". Στην ομιλία του αναδείχθηκε η διάσταση των παιχνιδιών-ρομπότ που τροφοδοτούνται από την ΤΝ και τη διαμεσολάβησή τους στην εξερεύνηση του κόσμου από τα παιδιά.

Ο **Δρ. Tilman Michaeli**, Καθηγητής Διδακτικής της Πληροφορικής στη σχολή School of Social Sciences and Technology στο Technical University του Μονάχου, στην ομιλία του με τίτλο "Learning and Teaching About AI/ML in K-12 Computing Education: Bridging Research and Practice" πραγματεύτηκε τις προκλήσεις που θέτει η διδασκαλία της ΤΝ, όπως το περιεχόμενο της διδασκαλίας της ΤΝ για να προετοιμαστούν οι μαθητές για τα επόμενα 30-40 χρόνια, τις διδακτικές προσεγγίσεις της ΤΝ δεδομένης της έλλειψης σχετικών εμπειρικών ερευνών και τον τρόπο προετοιμασίας των εκπαιδευτικών για την απόκτηση τόσο παιδαγωγικής γνώσης όσο και γνώσης περιεχομένου.

Ο **Δρ. Στέργος Αφαντενός**, Αναπληρωτής Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Τουλούζης, Γαλλία, ερευνητής σε διάφορους τομείς της Υπολογιστικής Γλωσσολογίας, συμπεριλαμβανομένης της Αυτόματης Περίληψης, της Ανάλυσης της Ρητορικής Δομής του Λόγου και των Αναλογιών, παρουσίασε το θέμα: "How the use of Analogies in Machine Learning can provide near state of the art results with few ressources: A case study in extracting semantic information from textual data". Στην ομιλία του ανέλυσε τη χρήση αναλογιών αξιοποιώντας την σημασιολογία πλαισίου με τη χρήση ενός απλού νευρωνικού δικτύου MLP για τη δημιουργία καλής ποιότητας αποτελεσμάτων με εξοικονόμηση υπολογιστικών πόρων. Το ειδικό αυτό θέμα άνοιξε ένα παράθυρο στο πώς διεξάγεται διεπιστημονικά η έρευνα στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης, ενώ, παράλληλα, έγιναν συνδέσεις και επεκτάσεις του ζητήματος των αναλογιών για εφαρμογές στην εκπαίδευση.

Θεματικές ενότητες

Τα 21 άρθρα που εγκρίθηκαν για δημοσίευση καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών θεμάτων. Στο Συνέδριο οργανώθηκαν σε τέσσερις θεματικές ενότητες και παρουσιάστηκαν σε αντίστοιχες συνεδρίες με κριτήριο τη συνάφεια.

Θεματική ενότητα 1: Πληροφορική και Υπολογιστική Σκέψη στην Προσχολική και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Σε αυτήν την ενότητα, οι ερευνητές παρουσιάζουν εργασίες που εστιάζουν στην πρώιμη καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης. Θέματα όπως η χρήση επιτραπέζιων παιχνιδιών, η διερεύνηση νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών για τεχνολογικά ενισχυμένα παιχνίδια όπως τα εκπαιδευτικά ρομπότ, η συστηματική ανασκόπηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού και η ανάπτυξη αλγοριθμικής σκέψης μέσω αποσυνδεδεμένου προγραμματισμού (unplugged coding) και επαυξημένης πραγματικότητας, αναδεικνύουν την σημασία και την ανάγκη για σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων από τις πρώτες κιόλας εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Θεματική ενότητα 2: Διδακτικές Παρεμβάσεις και Αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης

Η ενότητα αυτή εστιάζει στην εφαρμογή και αξιολόγηση της υπολογιστικής σκέψης σε διάφορα πλαίσια. Οι παρουσιάσεις περιλαμβάνουν την εφαρμογή του μοντέλου STEAM, τη διερεύνηση της υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, την ανάλυση επιδόσεων μαθητών στον διαγωνισμό "Κάστορας-Bebras" και την ανάπτυξη εργαλείων αξιολόγησης της Υπολογιστικής Σκέψης ως ικανότητας.

Θεματική ενότητα 3: Εκπαιδευτική Ρομποτική και Ανάπτυξη Οριζόντιων Δεξιοτήτων

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα δυναμικό πεδίο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων πέραν της Υπολογιστικής Σκέψης. Τα άρθρα της συνεδρίας διερευνούν την ενίσχυση δεξιοτήτων αποσφαλμάτωσης (debugging), την καλλιέργεια δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε πλαίσιο μικτής εκπαίδευσης (δια ζώσης και εξ αποστάσεως), την ομαδοσυνεργατική μάθηση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση της ρομποτικής και την αποτίμηση πλαισίων προετοιμασίας εκπαιδευτικών. Τέλος, εξετάζεται η ανάπτυξη των οριζόντιων δεξιοτήτων 4Cs (Κριτική Σκέψη, Επικοινωνία, Συνεργασία, Δημιουργικότητα) μέσω της δημιουργίας ψηφιακού εκπαιδευτικού δωματίου διαφυγής.

Θεματική ενότητα 4: Διδακτική Τεχνητής Νοημοσύνης και Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής

Η 4η ενότητα, άμεσα συνδεόμενη με την επικαιρότητα, εστιάζει στη διδασκαλία της Τεχνητής Νοημοσύνης και στη σχετική προετοιμασία των εκπαιδευτικών. Οι παρουσιάσεις περιλαμβάνουν τη μελέτη περίπτωσης ανασχεδιασμού ενός μαθήματος εισαγωγής στον προγραμματισμό στην εποχή της ΤΝ, την εφαρμογή ΤΝ στην υποστήριξη εξατομικευμένης μάθησης, στην πρόθεση και τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαίδευση, καθώς και την αξιολόγηση της κατανόησης των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης από μαθητές.

Επιμορφωτικά εργαστήρια

Στο πλαίσιο του Συνεδρίου, οργανώθηκαν δύο επιμορφωτικά εργαστήρια, προσφέροντας στους συμμετέχοντες πρακτική εμπειρία και νέες δεξιότητες. Ειδικότερα, υλοποιήθηκαν τα εργαστήρια:

- "Εισαγωγή στον Προγραμματισμό Μικροελεγκτών με Python με Έμφαση στην Εκπαιδευτική Πράξη", με εισηγητή τον Δρ. Σίμο Αναγνωστάκη, και θέμα σχετικό με τον υλικό προγραμματισμό (physical computing) με Raspberry Pi Pico.
- "Αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης Μαθητών/τριών Δημοτικού και Γυμνασίου: Παρουσίαση των Εργαλείων BCTt και DACT", με εισηγητές τους Δρ. Ιωάννη Βουρλέτση και Δρ. Εμμανουήλ Πουλάκη, και θέμα σχετικό με δύο εργαλεία αξιολόγησης της υπολογιστικής σκέψης: το BCTt για μαθητές Α' έως Γ' δημοτικού και το DACT για μαθητές 11-14 ετών.

Σύνοψη και πιθανές μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις

Ο τόμος των πρακτικών του 12ου Συνεδρίου αντικατοπτρίζει μια δυναμική και αναπτυσσόμενη ερευνητική κοινότητα στη Διδακτική της Πληροφορικής στην Ελλάδα και διεθνώς. Τα θέματα των εργασιών καταδεικνύουν την έμφαση στην πρώιμη παιδική ηλικία, την αξιολόγηση της υπολογιστικής σκέψης, τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και, κυρίως, την αναδυόμενη πρόκληση της διδασκαλίας της Τεχνητής Νοημοσύνης. Επιχειρώντας μια σύνθεση των ερευνών με σκοπό τη ανάδειξη της κεντρικής προβληματικής του 12ου Συνεδρίου το 2025 προτείναμε το ερώτημα: "πώς μπορούμε να προετοιμάσουμε τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς για έναν κόσμο όπου η ΤΝ δεν είναι απλώς ένα εργαλείο, αλλά ένας συνεργάτης στη μάθηση και τη δημιουργία και ένας βασικός παράγοντας ψηφιακού μετασχηματισμού της κοινωνίας". Η προβληματική αυτή καθιστά διακριτό τον σημαντικό ρόλο της Διδακτικής της Πληροφορικής, επειδή θέτει το ζήτημα του εγγραμματισμού στην ΤΝ πέρα από τη μελέτη της εκπαίδευσης δια μέσου εφαρμογών ΤΝ.

Για το μεσοπρόθεσμο μέλλον διαφαίνεται ανάγκη ερευνών ΔτΠ που να εστιάζουν σε: **α) Κατανόηση της ΤΝ και πρακτικές εφαρμογές της ΤΝ**: Διδασκαλία της ΤΝ και εξοικείωση με τις εφαρμογές αυτής ως εργαλείο ενίσχυσης μάθησης και δημιουργίας, **β) Εκπαίδευση & επιμόρφωση εκπαιδευτικών**: Η ανάπτυξη προγραμμάτων κατάρτισης που να εξοπλίζουν τους εκπαιδευτικούς με τις απαραίτητες ικανότητες για τη διδασκαλία της ΤΝ, της ΥΣ και της ρομποτικής και **γ) Εμπλουτισμός του ερευνητικού τομέα**: μεθοδολογικός εμπλουτισμός με τεκμηριωμένα μικτής προσέγγισης ερευνητικά σχέδια, θεματικός εμπλουτισμός με έρευνες σχετικές με τις κοινωνικές και ηθικές προεκτάσεις της ΤΝ στην εκπαίδευση, έρευνες συγκριτικής παιδαγωγικής καθώς και έρευνες για τη διασύνδεση της Πληροφορικής με άλλα επιστημονικά πεδία.

Παράλληλα, εξίσου σημαντικά και διαχρονικά για την έρευνα στη Διδακτική της Πληροφορικής είναι τα θέματα της ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης, της συμπεριληπτικής και πολιτισμικά ευαισθητοποιημένης διδασκαλίας της Πληροφορικής, της Ρομποτικής και του Physical Computing, των ερευνητικά τεκμηριωμένων διδακτικών προσεγγίσεων εννοιών της Πληροφορικής, της διεπιστημονικής προσέγγισης, του STEAM και της ενσωμάτωσης της Πληροφορικής στη διδασκαλία των άλλων σχολικών αντικειμένων και τη διασύνδεσή της με άλλα επιστημονικά πεδία.

Ελπίζουμε ότι ο παρών τόμος θα αποτελέσει πηγή γνώσης για την ερευνητική κοινότητα και τους εκπαιδευτικούς, συμβάλλοντας στην περαιτέρω ανάπτυξη της Διδακτικής της

Πληροφορικής, όπως επιβάλουν οι εκπαιδευτικές και κοινωνικές ανάγκες στη χώρα μας και διεθνώς.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και από εδώ τους προσκεκλημένους ομιλητές, τους εισηγητές, τις εισηγήτριες, τους/τις συμμετέχοντες/ουσες, τα μέλη των επιτροπών, τους διοργανωτές, και όσους/όσες συνετέλεσαν για να πραγματοποιηθεί το Συνέδριο.

Εκ μέρους της Συντονιστικής Επιτροπής του Συνεδρίου
Καθηγητής Γιώργος Φεσάκης

Περιεχόμενα

Θέματα Προσκεκλημένων Ομιλιών

Learning and Teaching About AI/ML in K-12 Computing Education: Bridging Research and Practice/*Dave Touretzsky* 2

What Does "Play" Look Like When Your Toys Are Smarter Than You?/*Tilman Michaeli* 2

Semantic Analogies: A Computationally Frugal Approach/*Stergos Afantenos* 2

Θεματική Ενότητα 1: Πληροφορική και Υπολογιστική Σκέψη στην Προσχολική και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

"Μυστήριο στο Μουσείο". Ένα Επιτραπέζιο Παιχνίδι για την Καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης στην Προσχολική Εκπαίδευση/*Μαρία Κυργιαζόγλου, Θαρρενός Μπράτιτσης, Ηρώ Κολιάκου* 7

Διερεύνηση Νοητικών Αναπαραστάσεων Παιδιών Προσχολικής Ηλικίας για τα Τεχνολογικά Ενισχυμένα Παιχνίδια: Coding Express, Botley και Buddy/*Χαρίκλεια Γκότση, Ματούλα Σαρρή, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλειος Κόμης* 17

Νοητικές Αναπαραστάσεις Παιδιών Προσχολικής Ηλικίας για Τεχνολογικά Ενισχυμένα Παιχνίδια: Η Περίπτωση των Ζωόμορφων Ρομπότ Power Puppy, Robodog, Glow and Go Bot και Coding Critters/*Ματούλα Σαρρή, Χαρίκλεια Γκότση, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλειος Κόμης* ... 27

Συστηματική Ανασκόπηση Εκπαιδευτικών Περιβαλλόντων Προγραμματισμού Προσχολικής και Πρώτης Σχολικής Ηλικίας/*Σεβαστιάνα Δημητρακοπούλου, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλειος Κόμης* 37

Ενισχύοντας την Αλγοριθμική Σκέψη από Νεαρή Ηλικία Μέσω Παιγνιώδους Μάθησης και Επαυξημένης Πραγματικότητας/*Σωτήριος Γεωργίου, Θαρρενός Μπράτιτσης* 46

Ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω Unplugged Coding Δραστηριοτήτων: Απόψεις Εκπαιδευτικών και Παιδαγωγικές Προεκτάσεις/*Κυριακή Μαυρατζά, Βασίλειος Νεοφώτιστος* .. 56

Θεματική Ενότητα 2: Διδακτικές Παρεμβάσεις και Αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης

Καλλιεργώντας την Υπολογιστική Σκέψη σε Μαθητές με Οπτική Αναπηρία Μέσω Unplugged Δραστηριοτήτων/*Αριάδνη Αβραμίδου, Ιωάννης Καζανίδης* 67

Σχεδιασμός και Υλοποίηση Διαδραστικού Ψηφιακού Εγχειριδίου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών Μέσω του Προγραμματισμού/*Μαρία-Αναστασία Μουστάκα, Γεώργιος Φεσάκης* 77

Ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης σε Μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης: Μελέτη Περίπτωσης/*Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης, Σταματία Βολίκα* 87

Ανάλυση Επιδόσεων των Μαθητών/τριών στα Θέματα του Πρώτου Ελληνικού Διαγωνισμού "Κάστορας-Bebras"/*Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης* 97

Ανάπτυξη Εργαλείου Αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT/*Εμμανουήλ Πουλάκης, Παναγιώτης Πολίτης, Πέτρος Ρούσσος* 107

Θεματική Ενότητα 3: Εκπαιδευτική Ρομποτική και Ανάπτυξη Οριζόντιων Δεξιοτήτων

Enhancing Debugging Skills in Robotics Education: Effects of the MuSRA Model/*Alexandra Papamargariti, Angelique Dimitracopoulou* 118

Εκπαιδευτική Ρομποτική σε Μικτό Πλαίσιο: Καλλιεργώντας δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης με τη Συμμετοχή σε Κοινότητα Διερεύνησης/*Ναυσικά Παππά, Κυπαρισσία Παπανικολάου, Γεώργιος Φεσάκης, Κλειώ Σγουροπούλου* 128

Η Ομαδοσυνεργατική Μάθηση στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση της Ρομποτικής/*Μαρία-Αναστασία Μουστάκα* 137

Αποτίμηση ενός Πλαισίου Προετοιμασίας Μελλοντικών Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική/*Σίμος Αναγνωστάκης* 147

Θεματική Ενότητα 4: Διδακτική Τεχνητής Νοημοσύνης και Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής

Teaching Introduction to Programming in the Times of AI: A Case Study of a Course Redesign/*Nikolaos Avouris, Kyriakos Sgarbas, Georgios Caridakis, Christos Sintoris* 158

Μη Συνδεδεμένες Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης σε Μαθητές/τριες Γυμνασίου. Μια Μελέτη Περίπτωσης με την Αξιοποίηση της SOLO Taxonomy/*Κωνσταντίνος Καραπάνος, Βασίλης Κόμης, Γεώργιος Φεσάκης, Κωνσταντίνος Λαβίδας, Σταυρούλα Πραντσούδη* 168

Εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης για την Υποστήριξη Εξατομικευμένης Μάθησης: Αποτελέσματα μιας Διδακτικής Παρέμβασης/*Γεώργιος Ερρίκος Χλαπάνης, Σπυρίδων Οδυσσέας Χλαπάνης* 178

Η Πρόθεση των Εκπαιδευτικών για Ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στην Εκπαιδευτική Πράξη με Εφαρμογή του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας/*Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης* 188

Ανάπτυξη Εννοιών Υπολογιστικής Σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο: Εμπειρικά Ευρήματα και Επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών/*Ιωάννης Βουρλέτσης* 198

Επιμορφωτικά Εργαστήρια

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό Μικροελεγκτών με Python (με Έμφαση στην Εκπαιδευτική Πράξη)/*Σίμος Αναγνωστάκης* 209

Αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης Μαθητών/τριών Δημοτικού και Γυμνασίου: Παρουσίαση των Εργαλείων BCTt και DACT/*Ιωάννης Βουρλέτσης, Εμμανουήλ Πουλάκης* ... 213

Θέματα Προσκεκλημένων Ομιλιών

What Does "Play" Look Like When Your Toys Are Smarter Than You?

Dave Touretzky
dst@cs.cmu.edu
Carnegie Mellon University

Large language models (LLMs) like ChatGPT are non-human intelligences that combine encyclopedic knowledge with complex but imperfect reasoning. When we connect an LLM to an autonomous mobile robot, we conjure up an intelligent agent that shares our physical world and can interact with us in many possible ways. Imagine playing "hospital" with a toy robot that knows enough medicine to pass board licensing exams. My students and I have been building an interface betwween GPT-4o and the VEX AIM robot that allows us to explore this potential of AI-powered robot toys. I will describe our results to date and what the future may hold

Learning and Teaching About AI/ML in K-12 Computing Education: Bridging Research and Practice

Tilman Michaeli
tilman.michaeli@tum.de
Technical University of Munich

Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) methods and systems are transforming the world we live in, influencing numerous aspects of our daily lives. Empowering everyone to understand AI/ML phenomena in their everyday lives, as well as being involved in shaping this "digital world," is a central task for the K-12 subject of computer science. However, AI/ML poses significant challenges for computing education: Given the rapid evolution of the field, what should be taught to prepare students not only for the near future but for the next 30 to 40 years? How should we teach AI/ML, given the lack of empirical evidence and practical classroom experience (to date)? And how do we prepare computer science teachers for this topic, in which they need to develop both content knowledge and pedagogical content knowledge? This keynote will explore these challenges by drawing on insights from different research projects, offering perspectives for research and practice in computing education.

Semantic Analogies: A Computationally Frugal Approach

Stergos Afantenos
stergos.afantenos@irit.fr
Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, University of Toulouse

Abstract

In this invited talk, after briefly introducing analogies, we will be presenting a framework in which we exploit the abstract notion of analogies for Machine Learning. More precisely, using Semantic Role Classification for FrameNet as our testbed, we transform that problem into a problem of identifying

analogies, as binary classification. During decoding of this model at inference, we recuperate the classes of semantic roles by creating probability distributions via random sampling. We conclude this talk with some brief remarks on the role of analogies in education.

Keywords: analogies, FrameNet, natural language, semantic roles

Introduction

Analogies are an important phenomenon that has preoccupied humanity at least since Aristotle. Since then, many views of analogies have been presented, including the Structure Mapping Theory of Dedre Gentner (1983), while some influential thinkers have claimed that analogies are at the "core of Cognition" (Hofstadter, 2001). Classically, analogies take the form of quadruplets a:b::c:d which is usually interpreted as a valid analogy if the same transformation (usually taking the form of a relation or function) that happens between a to b also happens from c to d.

In recent years, interest in Analogies has been rekindled with the advent of Large Language Models (LLMs). This interest has mainly focused on Lexical Analogies, although some attempts have also been made to model analogies between sentences or morphology and translation as well. In terms of lexical analogies, a quadruplet of words forms an analogy if the same lexical relation holds between the first two terms and the last two terms of the analogy. Let us take for example the following quadruplet:

flower : petal :: tree leaf

On a lexical level, the relation of meronymy is clear and thus one could argue that this quadruplet does indeed form an analogy. When we place though those four words in a different context, the relation of meronymy becomes completely irrelevant, as is the case in the following example:

(1) Decomposed leaves provide fertilizer for the trees.
(2) Infected petals imperil the lifespan of flowers.

In this context the relation of meronymy between the four words becomes irrelevant and we cannot claim any more that an analogy holds. This change of perspective which makes the analogy irrelevant becomes clearer when we annotate the sentences with semantic roles, using FrameNet (Baker et al., 1998) frame semantics, as we can see below (Figure 1).

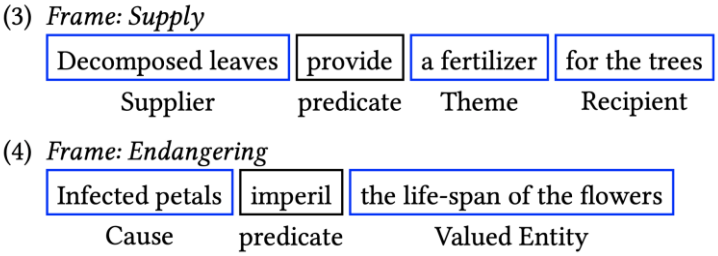


Figure 1. Sentences annotated with semantic roles

Let us now consider the following quadruplet:

leaves : trees :: lentils : humans

Evidently no analogy can be attributed to this, since the two pairs do not share any obvious common relation. When we put those four words though in a different context, we can see that an analogy holds (Figure 2).

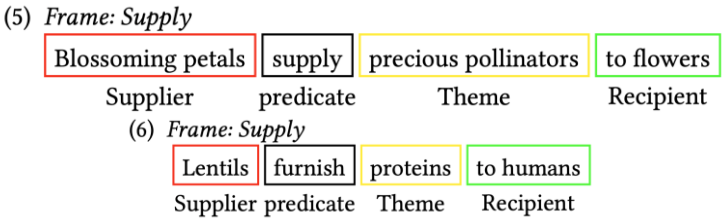


Figure 2. Attributing meaning to an analogy through context

Defining analogies in the context of FrameNet

The above observations allow us to construct appropriate quadruplets that represent analogies in the context of FrameNet semantic roles. In order to formally define what an analogy is in this context, we define the following formal relation:

$$(p_1, a_1, p_2, a_2) \in A_1 \Leftrightarrow ft(p_1) = ft(p_2) \wedge sr(a_1) = sr(a_2)$$

Where p_1, a_1, p_2, a_2 represent predicates and arguments for the first and second sentences respectively. In other words, a quadruplet of two pairs of predicates and arguments forms an analogy if and only if the two predicates trigger the same frame, while the two arguments belong to the same semantic role. In the same way we can also define the set of quadruplets which do not form analogies:

$$(p_1, a_1, p_2, a_2) \in A_0 \Leftrightarrow ft(p_1) = ft(p_2) \wedge sr(a_1) \neq sr(a_2)$$

In other words, all quadruplets of two pairs of predicate arguments for which the predicates trigger the same frame type while the arguments belong to different semantic roles.

This definition of two formal relations allows us to construct a dataset of positive and negative instances that we can provide as input to a Machine Learning algorithm, in order to fit a model which, given a new instance not previously seen, can classify it as an analogy or not an analogy.

A computationally frugal approach to analogies

Using data from FrameNet we have trained a simple Feed-Forward Neural Network involving a small number of parameters which achieved an F1 score 91.07% on the negative instances and 86.45% on the positive instances. In this talk we will show how our approach to identifying semantic analogies in the context of FrameNet can provide results that are competitive to the state of art while at the same time remaining computationally frugal.

We will conclude this talk with some words on the importance of analogies for education.

References

Baker, C. F., Fillmore, C. J., & Lowe, J. B. (1998). The Berkeley FrameNet project. *Proceedings of the 17th International Conference on Computational Linguistics (COLING 1998)* (Vol. 1, pp. 86–90). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.3115/980451.980860

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science, 7*(2), 155–170. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702_3

Hofstadter, D. R. (2001). Analogy as the core of cognition. In D. Gentner, K. J. Holyoak, & B. N. Kokinov (Eds.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (pp. 499–538). MIT Press.

1. Πληροφορική και Υπολογιστική Σκέψη στην Προσχολική και Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

"Μυστήριο στο Μουσείο". Ένα Επιτραπέζιο Παιχνίδι για την Καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης στην Προσχολική Εκπαίδευση

Μαρία Κυργιαζόγλου[1], Θαρρενός Μπράτιτσης[1], Ηρώ Κολιάκου[2]
dnured00136@uowm.gr, bratitsis@uowm.gr, koliakou@anatolia.edu.gr
[1]Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, [2]STEM Center, Εκπαιδευτικός όμιλος Ανατόλια

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην εφαρμογή και αξιολόγηση ενός πρωτότυπου εκπαιδευτικού επιτραπέζιου παιχνιδιού, που στοχεύει στην καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking - CT) σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Το παιχνίδι Μυστήριο στο μουσείο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου Erasmus+ CThink.It και βασίστηκε σε τέσσερις βασικές δεξιότητες της CT: αποδόμηση, αναγνώριση προτύπων, αφαίρεση και αλγοριθμική σκέψη. Η μελέτη ακολουθεί μικτή μεθοδολογική προσέγγιση και υλοποιήθηκε σε δείγμα 31 νηπίων από δύο ιδιωτικά σχολεία της Μακεδονίας. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο αξιολόγησης TechCheck, η παρατήρηση και ένα ερωτηματολόγιο στάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες των παιδιών μετά την παρέμβαση σε όλους τους τομείς της CT, επιβεβαιώνοντας τη δυναμική των unplugged δραστηριοτήτων. Η έρευνα συμβάλλει στην αναγνώριση των επιτραπέζιων παιχνιδιών ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο ανάπτυξης της CT στην προσχολική εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: επιτραπέζιο παιχνίδι, μάθηση μέσω παιχνιδιού, προσχολική εκπαίδευση, υπολογιστική σκέψη

Εισαγωγή

Η υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking - CT) αναγνωρίζεται διεθνώς ως μια από τις δεξιότητες του 21ου αιώνα, καθώς παρέχει στα παιδιά τα απαραίτητα εργαλεία για την κατανόηση, ανάλυση και επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Wing, 2006). Θεωρείται θεμελιώδης δεξιότητα και ζωτικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Σε αντίθεση με την πειθαρχία που απαιτεί η επιστήμη των υπολογιστών, η CT περιλαμβάνει τις νοητικές διεργασίες που απαιτούνται κατά την επίλυση ενός προβλήματος ώστε να δημιουργήσει γενικεύσεις για την εφαρμογή τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Voogt et al., 2015).

Στην προσχολική ηλικία, η διδασκαλία των CT δεν προϋποθέτει απαραίτητα την επαφή με υπολογιστή ή άλλα ψηφιακά εργαλεία. Αντιθέτως, μπορεί να προωθηθεί μέσα από unplugged δραστηριότητες με παιγνιώδη, βιωματικό ή αφηγηματικό χαρακτήρα (Bers, 2018). Τα επιτραπέζια παιχνίδια αποτελούν τέτοιες δραστηριότητες, αποτελώντας ένα ιδιαίτερο εκπαιδευτικό εργαλείο. Πολλές έρευνες έχουν μελετήσει την αξιοποίησή τους στην εκπαίδευση (Bratitsis et al., 2024a· Noda et al., 2019). Η ένταξη τέτοιων παιχνιδιών στην προσχολική εκπαίδευση αποτελεί ανοικτό πεδίο μελέτης, αφού μπορούν να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη CT (Machuqueiro & Piedade, 2022).

Θεωρητικό πλαίσιο

Η υπολογιστική σκέψη

Η CT εντοπίζεται να έχει 59 ορισμούς που προσπαθούν να ερμηνεύσουν τις διαφορετικές πτυχές της (Haseski et al., 2018). Οι Voogt et al. (2015) πιστεύουν ότι υπάρχει δυσκολία στον

ορισμό της με αυστηρό τρόπο λόγω της πολυπλοκότητάς της. Αποτελεί ένα σύνολο δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων που περιλαμβάνει ένα φάσμα στρατηγικών και διαδικασιών όπως η αποδόμηση, η αναγνώριση προτύπων, η αφαίρεση και η αλγοριθμική σκέψη (Wing, 2006). Ένας γενικευμένος ορισμός περιγράφει την CT ως τις "διαδικασίες σκέψης που εμπλέκονται στη μοντελοποίηση μιας κατάστασης και στον προσδιορισμό των τρόπων με τους οποίους ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να λειτουργεί αποτελεσματικά για να επιτύχει έναν εξωτερικά καθορισμένο στόχο ή σύνολο αυτών" (Nardelli, 2019). Βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές και μεθόδους που διέπουν την επιστήμη των υπολογιστών, συμπληρώνοντας τις άλλες μορφές σκέψης, όπως η μαθηματική ή η μηχανική σκέψη (Bers, 2010, 2021), ώστε να προσεγγίζεται ολοκληρωτικά η κατανόηση του κόσμου.

Οι Brennan & Resnick (2012) ανέπτυξαν ένα πλαίσιο για την CT που περιλαμβάνει έννοιες, πρακτικές και προοπτικές σκέψης. Οι έννοιες σχετίζονται με τον τρόπο αναπαράστασης και διαχείρισης δεδομένων, οι πρακτικές με στρατηγικές αντιμετώπισης προβλημάτων και οι προοπτικές με το πώς αντιλαμβάνεται το άτομο τον εαυτό του ως δημιουργό λύσεων. Οι Bratitsis et al. (2024b), μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση, ορίζουν τη CT ως έναν συνδυασμό διεργασιών σκέψης που περιλαμβάνουν: αφαίρεση, αποδόμηση, σχεδιασμό αλγορίθμων, αναγνώριση προτύπων, αλληλουχία και αναπαράσταση δεδομένων.

CT στην προσχολική ηλικία

Η καλλιέργεια της CT στα πρώτα σχολικά χρόνια μπορεί να αποτρέψει μελλοντικές προκλήσεις που σχετίζονται με την εισαγωγή αυτής στα μετέπειτα χρόνια (Relkin & Bers, 2021). Η Wing (2008) υποστηρίζει ότι βοηθάει τα παιδιά να προσεγγίζουν τα προβλήματα με έναν δομημένο και οργανωμένο τρόπο, χρήσιμο όχι μόνο στην πληροφορική, αλλά και σε άλλα γνωστικά πεδία, όπως τα μαθηματικά και οι επιστήμες. Οι Clements και Meredith (1993) υποστηρίζουν ότι ενισχύει την οπτική μνήμη και την αίσθηση των αριθμών. Επιπλέον, στην προσχολική ηλικία τα παιδιά αρχίζουν να αναπτύσσουν την έννοια της αφαίρεσης (Piaget, 1977), η οποία είναι απαραίτητη για την καλλιέργεια της CT.

Τα τελευταία χρόνια, η CT περιλαμβάνεται σε όλο και περισσότερα αναλυτικά προγράμματα διεθνώς, από την προσχολική ηλικία. Από το 2021, η CT εντάσσεται ως μια από τις βασικές ικανότητες στο ελληνικό πρόγραμμα σπουδών νηπιαγωγείου (Πεντέρη κ.ά., 2021). Μέσα από κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες, τα παιδιά εισάγονται στην έννοια της CT με τρόπο διαθεματικό και αναπτυξιακά κατάλληλο. Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν βασικά στοιχεία της CT, αρκεί να τους προσφέρονται οι κατάλληλες εμπειρίες μάθησης (Relkin et al., 2020). Μέσα από δημιουργικές και καθοδηγούμενες δραστηριότητες, τα παιδιά αναπτύσσουν στρατηγική σκέψη, ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, αλλά και αυτοπεποίθηση ως ενεργοί μαθητές και εφευρέτες λύσεων.

Ο ρόλος του (επιτραπέζιου) παιχνιδιού στην καλλιέργεια της CT

Το παιχνίδι αποτελεί βασική μαθησιακή διαδικασία στην προσχολική εκπαίδευση. Σύμφωνα με τους Salen και Zimmerman (2004), είναι ένα σύστημα κανόνων και δράσεων με μετρήσιμα αποτελέσματα. Αποτελεί μια κοινωνική δραστηριότητα μέσω της οποίας τα παιδιά παράγουν δράσεις και νοήματα. Μέσα από τη δράση, τη φαντασία και τους κανόνες, τα παιδιά αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον, εξερευνούν καταστάσεις και οικοδομούν τη νέα γνώση. Τα επιτραπέζια παιχνίδια, ειδικά όταν έχουν παιδαγωγική στόχευση, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της CT μέσα από την επίλυση προβλημάτων, τη λήψη αποφάσεων και τη συνεργασία (Chiarello & Castellano, 2016). Όπως αναφέρουν και οι Bratitsis, et al. (2021), τα επιτραπέζια παιχνίδια ενισχύουν την ενεργό συμμετοχή των παιδιών, προάγοντας την

ανάπτυξη γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιούνται κατάλληλα. Οι Machuqueiro και Piedade (2022), μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση, επικεντρώθηκαν στη χρήση επιτραπέζιων παιχνιδιών για την ανάπτυξη δεξιοτήτων της CT. Μέσα από την μελέτη 11 περιπτώσεων επισημαίνουν ότι τα επιτραπέζια παιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δραστηριότητες για την ανάπτυξη της CT με πολύ θετικά αποτελέσματα. Ειδικά τα σύγχρονα επιτραπέζια παιχνίδια, των οποίων οι μηχανισμοί έχουν τη δυνατότητα να συμβάλλουν ουσιαστικά στην καλλιέργεια της.

Μεθοδολογία

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση και η αξιολόγηση της ανάπτυξης της CT σε παιδιά νηπιακής ηλικίας (5 έτη) μέσα από την ενασχόλησή τους με επιτραπέζιο παιχνίδι, το οποίο σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του έργου CThink.it Erasmus+ (2022-1-MT01-KA220-SCH-000086903) για την καλλιέργεια των παραμέτρων CT (αποδόμηση, αναγνώριση προτύπων, αφαίρεση και αλγοριθμική σκέψη). Η μελέτη θέτει τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχει στατιστικά σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες της CT των παιδιών μετά την αξιοποίηση του επιτραπέζιου παιχνιδιού;
2. Ποιοι από τους 4 τομείς της CT (αποδόμηση, αναγνώριση προτύπων, αφαίρεση και αλγοριθμική σκέψη) παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη βελτίωση μετά την παρέμβαση;
3. Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση των επιδόσεων μεταξύ αγοριών και κοριτσιών;
4. Είναι κατανοητό και ευχάριστο το παιχνίδι για τα παιδιά αυτής της ηλικίας; Υπάρχουν δυσκολίες κατά την εφαρμογή του στην τάξη;

Δείγμα

Η έρευνα διεξήχθη σε δύο ιδιωτικά νηπιαγωγεία στη Μακεδονία. Το τελικό δείγμα περιλάμβανε 31 νήπια (17 αγόρια και 14 κορίτσια) ηλικίας 5 ετών και ήταν δείγμα ευκολίας.

Ερευνητικά εργαλεία και συλλογή δεδομένων

Το επιτραπέζιο παιχνίδι

Το επιτραπέζιο παιχνίδι με τίτλο "Μυστήριο στο μουσείο" (Mystery at the museum) στοχεύει στην καλλιέργεια της CT σε μικρές ηλικίες, μέσα από τέσσερα διαδοχικά επίπεδα και παίζεται συνεργατικά ή ανταγωνιστικά. Έχει σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να διαφοροποιηθεί το επίπεδο δυσκολίας, ανάλογα με την ηλικία και την ετοιμότητα των παιδιών, ηλικίας 4-8 ετών (Bratitsis et al., 2024a). Η αφήγηση εμπλέκει τα παιδιά ως ντετέκτιβ στον εντοπισμό ενός χαμένου παιχνιδιού, καθώς η έρευνα έδειξε ότι η αφήγηση μιας ιστορίας βγαλμένης από τα βιώματα των παιδιών μπορεί να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα στην ανάπτυξη της CT (Metin, 2022· Yang, Ng & Su, 2023). Οι παίκτες πρέπει να χρησιμοποιήσουν βασικές ικανότητες CT (Πίνακας 1) για να: 1) εντοπίσουν ένα χαμένο αντικείμενο στο μουσείο, 2) ανακαλύψουν τον ιδιοκτήτη του, και 3) να το επιστρέψουν σε αυτόν. Η πλήρης περιγραφή του παιχνιδιού, αλλά και η αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων που ενσωματώνει με τις παραμέτρους της CT υπάρχουν στον ιστότοπο του έργου (https://cthinkit.eu/).

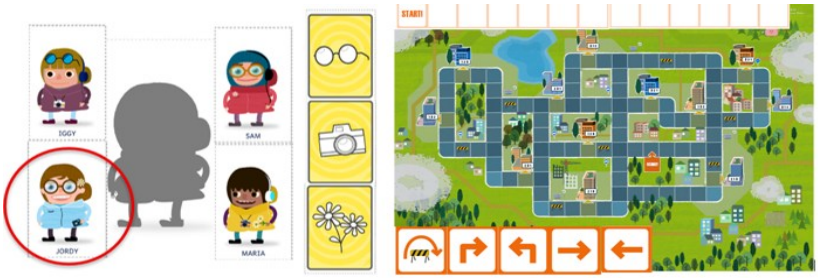
Πίνακας 1. Δεξιότητες CT που αναδεικνύονται σε κάθε επίπεδο του παιχνιδιού

Επίπεδο παιχνιδιού	Αποδόμηση	Αφαίρεση	Αναγνώριση προτύπων	Αλγοριθμική σκέψη
1	×	×	×	
2	×	×	×	
3	×	×		×
4	×	×	×	×

Επίπεδο 1: Αναγνώριση του χαμένου αντικειμένου
Τα παιδιά χωρίζονται σε ομάδες μόνο για αυτό το επίπεδο και καλούνται να συγκρίνουν δύο εικόνες (Σχήμα 1) από τις κάμερες ασφαλείας του μουσείου —μία πριν και μία μετά την επίσκεψη— προκειμένου να εντοπίσουν το χαμένο παιχνίδι. Το πρώτο σωστό εύρημα καθορίζει το πιόνι που θα χρησιμοποιηθεί στα επόμενα επίπεδα.

Σχήμα 1. Παράδειγμα καρτών Επιπέδου 1

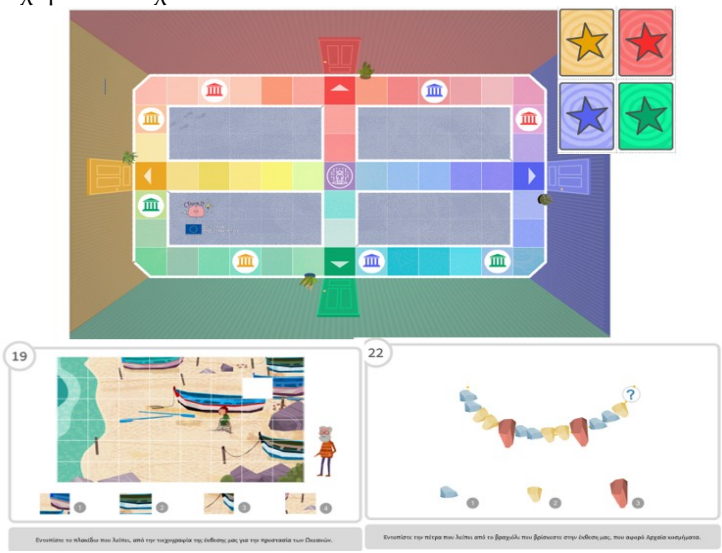
Επίπεδο 2: Αναγνώριση του ιδιοκτήτη (Σχήμα 2)
Τα παιδιά καλούνται να συγκρίνουν εικόνα από κάμερας ασφαλείας του μουσείου, όπου ο κακός φωτισμός επιτρέπει το περίγραμμα του παιδιού να εμφανίζεται, με φωτογραφίες όλων των παιδιών που επισκέφτηκαν το μουσείο από την κάμερα εισόδου, με καλό φωτισμό. Οι πιθανοί ιδιοκτήτες περιορίζονται σε 4. Με τη βοήθεια καρτών μαρτυρίας από επισκέπτες του μουσείου, περιορίζονται τις πιθανές επιλογές μέχρι να ταυτοποιηθεί ο ιδιοκτήτης. Κάθε κάρτα δίνει ένα επιπλέον στοιχείο για τον ιδιοκτήτη π.χ. ότι φοράει γυαλιά.



Σχήμα 2. Παράδειγμα καρτών Επιπέδου 2 και 3

Επίπεδο 3: Πλοήγηση στην πόλη και εντοπισμός κατοικίας (Σχήμα 2)
Τα παιδιά χρησιμοποιούν κάρτες εντολών (κατεύθυνσης, στροφής, υπερπήδησης εμποδίου) για να δημιουργήσουν αλγόριθμο μετακίνησης στον χάρτη της πόλης, με στόχο τη συλλογή πληροφοριών για τον εντοπισμό κτηρίου (3 αριθμοί και ένα χρώμα) από τρεις μεταβλητές τοποθεσίες-μουσεία, τις οποίες ο εκπαιδευτικός επιλέγει πού θα τοποθετήσει. Τα παιδιά προγραμματίζουν αλγόριθμο μετακίνησης σε γραμμή προγραμματισμού 12 θέσεων, ώστε να φτάσουν τις τοποθεσίες- μουσείου και να τραβήξουν κάρτα αριθμού. Οι αριθμοί είναι από το 1-3 και έχει σημασία η σειρά που θα τραβηχτούν. Η κάρτα χρώματος δίνεται μόλις επισκεφτούν και τις 3 τοποθεσίες και είναι μπλε ή πορτοκαλί. Το επίπεδο ολοκληρώνεται όταν οι μαθητές εντοπίσουν το σωστό κτήριο και οδηγήσουν το πιόνι σε αυτό.

Επίπεδο 4: Εύρεση διαμερίσματος και παράδοση
Στο τελικό στάδιο, οι ντετέκτιβς μεταφέρονται μέσα στο κτίριο και πρέπει να εντοπίσουν το σωστό διαμέρισμα ώστε να παραδώσουν το παιχνίδι. Το ταμπλό (Σχήμα 3) δείχνει το κτίριο όπου υπάρχουν τέσσερις χρωματιστές πόρτες. Στην καθεμία ο εκπαιδευτικός έχει βάλει από έναν φάκελο τεσσάρων διαφορετικών χρωμάτων. Ο φάκελος της μίας πόρτας περιέχει την εικόνα του ιδιοκτήτη που εντοπίστηκε στο επίπεδο 2. Τα παιδιά ξεκινώντας από το κέντρο, κινούνται με ζάρι στο ταμπλό προσπαθώντας να πέσουν στα τετράγωνα μουσεία. Εκεί, απαντώντας σωστά σε μικρές δραστηριότητες CT συλλέγουν 4 διαφορετικά χρωματιστά κουπόνια που είναι απαραίτητα για να επιλέξουν μια πόρτα. Σε κάθε προσπάθεια απαιτείται η συλλογή 4 χρωματιστών κουπονιών. Το παιχνίδι τελειώνει όταν βρεθεί η κάρτα του ιδιοκτήτη του χαμένου παιχνιδιού.



Σχήμα 3. Παράδειγμα καρτών και ταμπλό Επιπέδου 4

Εργαλεία αξιολόγησης

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων pre/post-test, ερωτηματολόγιο εντυπώσεων και το ημερολόγιο παρατήρησης της ερευνήτριας. Για την αποτίμηση των δεξιοτήτων CT των παιδιών χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο TechCheck, το

οποίο βασίζεται σε αναπτυξιακά κατάλληλες έννοιες και δεξιότητες CT (Bers, 2018). Έχει αναπτυχθεί ειδικά για την πρώιμη παιδική ηλικία (5-9 ετών) και αξιολογεί βασικές έννοιες της CT μέσω μη ψηφιακών δραστηριοτήτων (unplugged). Το εργαλείο επιλέχθηκε διότι είναι αξιόπιστο και επιστημονικά επικυρωμένο (Relkin & Bers, 2021· Relkin et al., 2020). Αποτελείται από 2 δοκιμαστικές ερωτήσεις κατανόησης και 15 ερωτήσεις οι οποίες δίνονται με τρεις πιθανές απαντήσεις επιλογής και βαθμολογούνται με 1 πόντο για κάθε σωστή απάντηση. Οι δεξιότητες CT που εμπεριέχονται στις ερωτήσεις μπορούν να συμβαδίσουν με αυτές του επιτραπέζιου παιχνιδιού. Οι έξι δεξιότητες CT (Algorithms, Modularity, Structures, Representation, Hardware/software και Debugging) που εξετάζουν οι ερωτήσεις αντιστοιχίστηκαν σε αυτές του παιχνιδιού (Πίνακας 2). Περισσότερες πληροφορίες για το τεστ μπορούν να αντληθούν από την επίσημη τεκμηρίωσή του (https://sites.bc.edu/devtech/assessments/techcheck).

Πίνακας 2. Προσαρμογή δεξιοτήτων TechCheck- επιτραπέζιο παιχνίδι

Modularity	→	Αποδόμηση (Decomposition)
Control Structures	→	Αλγοριθμική Σκέψη (Algorithmic Thinking)
Representation	→	Αφαίρεση (Abstraction)
Debugging	→	Αλγοριθμική Σκέψη (Algorithmic Thinking)

Οι ερωτήσεις Hardware/software δεν λήφθηκαν υπόψη, καθώς αφορούν σε δεξιότητες με τις οποίες δεν ασχολείται το επιτραπέζιο παιχνίδι και στις οποίες όλα τα παιδιά είχαν απαντήσει σωστά γεγονός που δεν επηρεάζει την αξιοπιστία του τεστ. Επιπλέον, 2 ερωτήσεις που οι εντάσσονταν στην αλγοριθμική σκέψη ως Algorithms-Missing symbol series εντάχθηκαν στην αναγνώριση προτύπων (pattern recognition) ως πιο εξειδικευμένη κατηγορία της αλγοριθμικής σκέψης.

Ερωτηματολόγιο εντυπώσεων

Το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια με 4 ερωτήσεις κλειστού τύπου και 2 ανοικτού. Σε συνδυασμό με το ημερολόγιο παρατήρησης έδωσαν στοιχεία για την εμπειρία των παιδιών ως παίκτες. Εμπεριέχει απλές ερωτήσεις σχετικά με ποιο επίπεδο τους άρεσε περισσότερο ή τι τους φάνηκε πιο δύσκολο.

Διαδικασία παρέμβασης

Πριν την έναρξη της εκπαιδευτικής παρέμβασης, στάλθηκε ενημερωτικό έντυπο στους γονείς με αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τη φύση και τον σκοπό της έρευνας και ζητήθηκε η έγγραφη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών.

Η παρέμβαση διήρκησε συνολικά τέσσερις ημέρες. Την πρώτη ημέρα πραγματοποιήθηκε η αρχική αξιολόγηση του pre-test, το οποίο απαντήθηκε ατομικά από τα παιδιά, αφού πρώτα εξοικειώθηκαν με τη διαδικασία μέσα από δύο δοκιμαστικές ερωτήσεις. Κάθε εκφώνηση δόθηκε προφορικά, χωρίς περαιτέρω καθοδήγηση. Τα παιδιά καλούνταν να επιλέξουν τη σωστή απάντηση χωρίς να αφήσουν κάποια ερώτηση κενή. Το παιχνίδι αξιοποιήθηκε τη δεύτερη και τρίτη ημέρα. Τα τρία πρώτα επίπεδα παίχτηκαν τη δεύτερη ημέρα, ενώ το τέταρτο επίπεδο ολοκληρώθηκε την τρίτη. Αν και το παιχνίδι μπορεί να διεξαχθεί με ολόκληρη την τάξη ταυτόχρονα στην ανταγωνιστική του μορφή, στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε η συνεργατική εκδοχή, με τα παιδιά να χωρίζονται σε ομάδες των έξι (μία ομάδα περιελάβανε επτά μαθητές) για να διασφαλισθεί η ενεργή συμμετοχή όλων των παικτών. Σε κάθε ομάδα δόθηκε ο απαραίτητος χρόνος για την παρουσίαση της ιστορίας και την κατανόηση των

στόχων κάθε επιπέδου. Η διάρκεια συμμετοχής για τα δύο πρώτα επίπεδα ήταν 10 λεπτά το καθένα, ενώ στα επόμενα δυο κυμάνθηκε από 60 έως 90 λεπτά έκαστο.

Μετά την ολοκλήρωση του παιχνιδιού, διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο εντυπώσεων προκειμένου να καταγραφούν οι απόψεις και τα συναισθήματα των παιδιών. Τέλος, μία εβδομάδα αργότερα, πραγματοποιήθηκε η τελική αξιολόγηση μέσω του post-test, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με την αρχική μέτρηση.

Αποτελέσματα

Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS Statistics (έκδοση 29.0.1.0).

Για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα και τη σημαντικότητα στη βελτίωση pre-post test πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon, καθώς το δείγμα δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, $p < 0{,}05$ άρα απορρίπτεται η αρχική υπόθεση ότι υπάρχει ομοιογένεια ανάμεσα στο pre- και το post-test. Επομένως, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσά τους, με μια αύξηση 13,55% (Σχήμα 5).

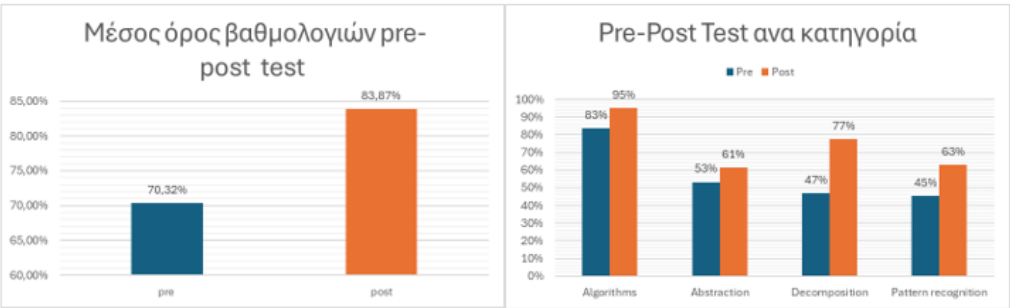
Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.[a,b]	Decision
1	The median of differences between PRETEST and POSTTEST equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	<,001	Reject the null hypothesis.

a. The significance level is ,050.

b. Asymptotic significance is displayed.

Σχήμα 4. Μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon σε pre- και post-test



Σχήμα 5. Ποσοστιαία ραβδογράμματα για pre-post test

Για την εξάρτηση του φύλου πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U Test. Όπως φαίνεται στον Σχήμα 6, $p > 0{,}05$ και άρα δεν μπορεί να απορριφθεί η υπόθεση ότι υπάρχει ομοιογένεια βελτίωσης της CT ανάμεσα σε αγόρια και κορίτσια.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.[a,b]	Decision
1	The distribution of Βελτιωση is the same across categories of ΦΥΛΟ.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,356[c]	Retain the null hypothesis.

a. The significance level is ,050.

b. Asymptotic significance is displayed.

c. Exact significance is displayed for this test.

Σχήμα 6. Mann-Whitney U Test για τη διερεύνηση της διαφοράς φύλου

Εξετάζοντας την κάθε κατηγορία ξεχωριστά παρατηρείται βελτίωση της απόδοσης των παιδιών σε όλες τις δεξιότητες CT. Συγκεκριμένα, στην αλγοριθμική σκέψη περίπου 12%, στην αφαίρεση 8%, στην αποδόμηση 30% ενώ στην αναγνώριση προτύπων 18% (Σχήμα 7).

Όσον αφορά το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων στην ερώτηση αν τους άρεσε το παιχνίδι, 93.5% απάντησε θετικά ενώ μόλις το 19,4% απάντησε ότι κουράστηκε κατά τη διάρκειά του. Ακόμα, φαίνεται ότι στο 38,7% άρεσε περισσότερο το πρώτο επίπεδο του παιχνιδιού και στο 97% άρεσε που ήταν στην ίδια ομάδα με τους φίλους του (Εικόνα 5).

Σχήμα 7. Ποσοστιαία προτίμηση επιπέδου παιχνιδιού

Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Συνολικά, τα ευρήματα υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης επιτραπέζιου παιχνιδιού για την ανάπτυξη CT στην προσχολική ηλικία. Η σημαντική βελτίωση τόσο συνολικά όσο και ανά παράμετρο, σε συνδυασμό με την απουσία διαφορών φύλου, αναδεικνύει τη δυναμική αυτής της προσέγγισης ως εργαλείο μάθησης χωρίς αποκλεισμούς.

Συμπεράσματα

Σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η εφαρμογή του επιτραπέζιου παιχνιδιού *Μυστήριο στο Μουσείο* ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με τέσσερις βασικούς τομείς της CT: αφαίρεση (abstraction), αναγνώριση προτύπων (pattern recognition), αποσύνθεση (decomposition) και αλγοριθμική σκέψη (algorithmic thinking). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η CT μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία στην προσχολική ηλικία, όταν εντάσσεται σε κατάλληλα σχεδιασμένα παιδαγωγικά περιβάλλοντα, όπως ένα επιτραπέζιο παιχνίδι με αφηγηματική και προγραμματιστική βάση. Τα παιδιά παρουσίασαν στατιστικά

σημαντική βελτίωση στη συνολική επίδοση CT συνάδοντας με τη βιβλιογραφία που υποστηρίζει τη χρήση unplugged δραστηριοτήτων για παιδιά μικρής ηλικίας (Bati, 2022).

Όσον αφορά τους επιμέρους τομείς της υπολογιστικής σκέψης, τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση των παιδιών στον τομέα της αποδόμησης (decomposition). Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί πιθανώς στον σχεδιασμό του παιχνιδιού, καθώς εντάσσεται σε όλα τα επίπεδα του. Όπως επισημαίνουν οι Grover & Pea (2013), η αποδόμηση αποτελεί βασική δεξιότητα για την επίλυση προβλημάτων, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να επικεντρωθούν συστηματικά σε επιμέρους στοιχεία μιας περίπλοκης κατάστασης.

Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι η αλγοριθμική σκέψη παρουσίαζε υψηλό ποσοστό επίδοσης ήδη από την αρχική αξιολόγηση (pre-test). Το εύρημα αυτό ενδέχεται να συνδέεται με την πρότερη εμπλοκή των παιδιών και στα δύο συμμετέχοντα νηπιαγωγεία σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματισμού, τα οποία ενισχύουν την εξοικείωση με έννοιες ακολουθίας και εντολών.

Η απουσία διαφορών μεταξύ φύλων αποτελεί ένα ακόμη θετικό εύρημα, σε συμφωνία με τη πρόσφατη βιβλιογραφία, ενισχύοντας την άποψη ότι η υπολογιστική σκέψη μπορεί να υποστηριχθεί χωρίς έμφυλες διακρίσεις. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Relkin & Bers (2021), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η ηλικία παίζει σημαντικό ρόλο στις επιδόσεις της CT και ότι η διαφορά επίδοσης στο φύλο μπορεί να παρατηρηθεί σε μεγαλύτερες ηλικίες. Επιπλέον, η υψηλή αποδοχή του παιχνιδιού από τα παιδιά υποδηλώνει την αναγκαιότητα ένταξης παιγνιωδών προσεγγίσεων στο αναλυτικό πρόγραμμα του νηπιαγωγείου.

Από τις ανοικτού τύπου ερωτήσεις διαπιστώθηκε ότι τα επίπεδα 1 και 4 άρεσαν περισσότερο στα παιδιά, γιατί περιείχαν ένα "μυστήριο". Για παράδειγμα, ένα παιδί αιτιολόγησε την προτίμησή του για το επίπεδο 1 λέγοντας: "*έπρεπε να βρούμε το παιχνίδι!*". Αυτό έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση της ερευνήτριας, που κατέγραψε ότι οι εικόνες κέντρισαν το ενδιαφέρον των παιδιών και ότι στο 4ο επίπεδο υπήρχε θέληση και ανυπομονησία στο να έρθει η σειρά τους για να δοκιμαστούν στις κάρτες δραστηριοτήτων.

Ωστόσο, η έρευνα εμπεριέχει περιορισμούς όπως ο μικρός αριθμός παιδιών από δύο μόνο νηπιαγωγεία και το σύντομο χρονικό διάστημα εφαρμογής της παρέμβασης. Παράλληλα, δεν αξιολογήθηκε η μακροπρόθεσμη διατήρηση των δεξιοτήτων CT που αποκτήθηκαν. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η μελλοντική διερεύνηση των επιδράσεων της CT σε μεγαλύτερο δείγμα, καθώς και η μακροχρόνια ενασχόληση με το παιχνίδι για να δοκιμαστεί η ανταγωνιστική εκδοχή του παιχνιδιού και τα αυξημένης δυσκολίας κομμάτια του.

Συμπερασματικά, τα ευρήματα τεκμηριώνουν την αξία της χρήσης επιτραπέζιου παιχνιδιού ως αποτελεσματικού παιδαγωγικού εργαλείου για την ανάπτυξη της CT στην προσχολική ηλικία ενισχύοντας ουσιαστικά την ετοιμότητα των παιδιών.

Αναφορές

Bati, K. (2021). A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies, 26*(6), 7487-7502. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10689-8

Bers, M. U. (2010). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press.

Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Bers, M. U. (2021). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003013774

Bratitsis, T., Kontovounisiou, A., & Kiriazoglou, M. (2021). A board game proposal for teaching informatics related topics in early childhood education. *Proceedings of the SHS Web of Conferences* (Vol. 102, p. 01001). EDP Sciences.

Bratitsis, T., Busuttil, L., Vassallo, D., Koliakou, I., Tsapara, M., Melliou, K., Callus, J., Meirelles, G., Tarraf Kojok, N., Sousa, S., & Arnaoutis, G. (2024a). Cthink.It. A board-game for computational thinking in early years. *Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning*, 1, 107-115. https://doi.org/10.34190/ecgbl.18.1.2836

Bratitsis, T., Tsapara, M., Melliou, K., Bussutil, L., Vassallo, D., Callus, J., Meireles, G., Koliakou, I., Kojok, N. T., & Sousa, S. (2024b). Cultivating computational thinking in early years through board games: The Cthink.it approach. *Proceedings of the Smart Mobile Communication & Artificial Intelligence (IMCL 2023)* (pp. 78-89). Springer.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)* (pp. 1-25). AERA.

Chiarello, F., & Castellano, V. (2016). Educational games for developing computational thinking. *Proceedings 8th International Conference on Computer Supported Education* (pp. 237-244). ACM.

Clements, D. H. & Meredith, J. S. (1993). Research on logo: Effects and efficacy. *Journal of Computing in Childhood Education*, *4*, 263-290.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, *42*(1), 38-43.

Haseski, H.I., Ilic, U., & Tugtekin, U. (2018). Defining a new 21st century skill-computational thinking: Concepts and trends. *International Education Studies*, *11*(4), 29-42.

Machuqueiro, F., & Piedade, J. (2024). Game on: A journey into computational thinking with modern board games in Portuguese primary education. *Education Sciences, 14*(11), 1182. https://doi.org/10.3390/educsci14111182

Metin, S. (2022). Activity-based unplugged coding during the preschool period. *International Journal of Technology and Design Education, 32*(1), 149-165. https://doi.org/ 10.1007/s10798-020-09616-8

Nardelli, E. (2019). Do we really need computational thinking? *Communications of the ACM, 62*(2), 32-35. https://doi.org/10.1145/3231587

Noda, S., Shirotsuki, K., & Nakao, M. (2019). The effectiveness of intervention with board games: A systematic review. *BioPsychoSocial Medicine, 13*(1), 22. https://doi.org/10.1186/s13030-019-0165-6

Relkin, E., & Bers, M. (2021). TechCheck-K: A measure of computational thinking for kindergarten children. *Computers in Human Behavior*, *123*, 106904.

Relkin, N. R., de Ruiter, L. E., Bers, M. U., & Denner, J. (2020). Measuring computational thinking in early childhood education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, *20*(4), 1-23.

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT Press.

Vygotsky, L. S. (1976). Play and its role in the mental development of the child. In J. Bruner, A. Jolly, & K. Sylva (Eds.). *Play: Its role in development and evolution* (pp. 76-99). Basic Books.

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Educational Information Technology, 20*(4), 715-728. https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366*(1881), 3717-3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Yang, W., Ng, D. T. K., & Su, J. (2023). The impact of story-inspired programming on preschool children's computational thinking: A multi-group experiment. *Thinking Skills and Creativity*, *47*, 101259. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101259

Πεντέρη, Ε., Χλαπάνα, Ε., Μέλλιου, Κ., Φιλιππίδη, Α., & Μαρινάτου, Θ. (2021). *Οδηγός νηπιαγωγού-πυξίδα: Θεωρητικό και μεθοδολογικό πλαίσιο*. ΙΕΠ.

Διερεύνηση Νοητικών Αναπαραστάσεων Παιδιών Προσχολικής Ηλικίας για τα Τεχνολογικά Ενισχυμένα Παιχνίδια: Coding Express, Botley και Buddy

Χαρά Γκότση, Ματούλα Σαρρή, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλης Κόμης
up1071076@ac.upatras.gr, up1066274@ac.upatras.gr, amisirli@upatras.gr, komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Στην παρούσα έρευνα μελετώνται οι νοητικές αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας, καθώς και η εξέλιξή τους, αναφορικά με τα Τεχνολογικά ενισχυμένα παιχνίδια (ΤΕΠ): Coding express, Botley και Buddy. Ειδικότερα, διερευνώνται τα χαρακτηριστικά και οι προσφερόμενες τεχνολογικές και παιδαγωγικές δυνατότητες των ΤΕΠ, εκ των οποίων το Coding express αποτελεί ένα κατασκευαστικό κιτ ρομποτικής, το Botley ένα προγραμματιζόμενο ΤΕΠ δαπέδου και το Buddy ένα ανθρωπόμορφο ΤΕΠ. Για τη συλλογή και καταγραφή των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις πριν και μετά την υλοποίηση συγκεκριμένων διδακτικών προβλημάτων, βασισμένων στην παιγνιώδη μάθηση. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν αφορούσαν τις έννοιες της ιδιότητας, της λειτουργίας και του ελέγχου των ΤΕΠ, ενώ οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν με βάση τη γνωστική συγκρότηση που παρουσίαζαν τα παιδιά σε κάθε φάση. Τα ευρήματα της έρευνας ανέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, αναλόγως του τύπου του ΤΕΠ, με το ανθρωπόμορφο ΤΕΠ Buddy να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη γνωστική πρόοδο.

Λέξεις κλειδιά: νοητικές αναπαραστάσεις, προσχολική ηλικία, τεχνολογικά ενισχυμένα παιχνίδια

Εισαγωγή

Η πολυετής εξέλιξη της επιστήμης της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχει οδηγήσει στη δημιουργία πολλών διαφορετικών κατηγοριών και μοντέλων Τεχνολογικά ενισχυμένων παιχνιδιών (ΤΕΠ), τα οποία, παρότι ποικίλουν μορφολογικά, διαθέτουν κοινά λειτουργικά συστήματα. Ανάμεσα στις κύριες κατηγορίες συγκαταλέγονται τα ανθρωπόμορφα, τα προγραμματιζόμενα και τα κατασκευαστικά ΤΕΠ. Τα ανθρωπόμορφα ΤΕΠ έχουν ανθρωπόμορφη μορφή και διευκολύνουν την αλληλεπίδραση και την επικοινωνία τόσο με ανθρώπους όσο και με αυτόνομους ψηφιακούς ή φυσικούς παράγοντες. Τα προγραμματιζόμενα ΤΕΠ χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αυτονομίας και καλλιεργούν δεξιότητες όπως η αλγοριθμική και μεταγνωστική σκέψη, η επίλυση προβλήματος και ο χωρικός προσανατολισμός (Clements & Sarama, 2002). Τέλος, τα κατασκευαστικά ΤΕΠ δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν ρομπότ, χρησιμοποιώντας δομικά υλικά όπως τουβλάκια και πλαστικά πλαίσια.

Σύμφωνα με την Kucirkova (2018), τα "έξυπνα παιχνίδια" (smart toys) μπορούν να λειτουργήσουν ως φορείς εξατομικευμένης μάθησης, προσαρμόζοντας τις εμπειρίες στο γνωστικό επίπεδο του κάθε παιδιού. Σε ανάλογη κατεύθυνση, η Bers (2020) υποστηρίζει ότι ο προγραμματισμός μπορεί να προσεγγιστεί ως παιχνίδι (coding as a playground), ενθαρρύνοντας τη δημιουργικότητα και την ενεργή εμπλοκή των παιδιών στη μάθηση. Το παιχνίδι με ρομποτικά εργαλεία παρέχει ένα ελκυστικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης ήδη από την προσχολική ηλικία.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα έρευνα επιλέγει να διερευνήσει τις νοητικές αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες

συγκεκριμένων ΤΕΠ. Τα ΤΕΠ που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι τα εξής: Coding express, Botley και Buddy. Τα τρία αυτά ΤΕΠ διαφοροποιούνται ως προς τη μορφή, τον τρόπο προγραμματισμού και την κατηγορία στην οποία ανήκουν. Αρχικά, το ΤΕΠ Coding express αποτελεί ένα κατασκευαστικό κιτ ρομποτικής της εταιρείας LEGO® Education και απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (2+ ετών). Ο προγραμματισμός των κινήσεων επιτυγχάνεται μέσω χρωματιστών πλακιδίων δράσης, καθένα από τα οποία φέρει συγκεκριμένη λειτουργία (κόκκινο πλακίδιο δράσης - stop, πράσινο πλακίδιο δράσης - αλλαγή κατεύθυνσης, μπλε πλακίδιο δράσης - εφοδιασμός καυσίμων, άσπρο πλακίδιο δράσης - άναμμα/σβήσιμο φωτός, κίτρινο πλακίδιο δράσης - ήχος). Το ΤΕΠ Botley είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου της εταιρείας Learning Resources και απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (5+ ετών), του οποίου οι εντολές δίνονται μέσω τηλεχειριστηρίου με χρωματιστά κουμπιά κατεύθυνσης και ελέγχου. Τέλος, το ΤΕΠ Buddy είναι ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ της εταιρείας Blue Frog Robotics και απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (6+ ετών), στο οποίο ο προγραμματισμός υλοποιείται μέσω της διεπαφής του σώματος του ίδιου του ΤΕΠ και των συνοδευτικών καρτών εντολών.

Εξαιτίας της διαφοροποίησης στην κατηγορία των ΤΕΠ, η έρευνα επικεντρώνεται στη σύγκριση των αρχικών και τελικών νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών προσχολικής ηλικίας, ώστε να εντοπιστεί η κατηγορία που συμβάλλει περισσότερο στην εξέλιξη της σκέψης τους. Για την καταγραφή των αρχικών και τελικών νοητικών αναπαραστάσεων υλοποιήθηκαν ατομικές ημι-δομημένες συνεντεύξεις (pre και post test). Το περιβάλλον στο οποίο έλαβαν δράση οι συναντήσεις παιχνιδιού δημιουργήθηκε με τις αρχές ενός εποικοδομιστικού ενσώματου (embodied) περιβάλλοντος για την υποστήριξη παιδιών νηπιαγωγείου που αλληλεπιδρούν με ψηφιακές τεχνολογίες (Valente et al., 2021). Στο συγκεκριμένο περιβάλλον, τα παιδιά ενσαρκώνουν ρόλους και συνεργάζονται με σκοπό την επίλυσης της κάθε παρεχόμενης πρόκλησης. Τα παιδιά, σε αυτού του είδους περιβάλλοντα, μπορούν να ενσωματώσουν παιγνιώδη στοιχεία, όπως την δημιουργία σεναρίων επίλυσης ή διαδραστικά ερεθίσματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλλιέργεια ενεργούς συμμετοχής και της επιθυμία για περαιτέρω μάθηση (Gee, 2003· Hamari et al., 2014). Οι συναντήσεις παιχνιδιού υλοποιήθηκαν μέσα από έναν παιδαγωγικό σχεδιασμό παιγνιώδους μάθησης, μίας παιδαγωγικής προσέγγισης που χρησιμοποιεί στοιχεία παιχνιδιού (όπως επιβραβεύσεις) σε περιβάλλοντα μη παιχνιδιού, με σκοπό την ενίσχυση της εμπλοκής, της παρακίνησης και της μάθησης των μαθητών (Deterding et al., 2011).

Αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα ρομπότ

Η μελέτη των αναπαραστάσεων των παιδιών για τα ΤΕΠ στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία αποτελεί αναδυόμενο ερευνητικό πεδίο. Παρότι η σχετική βιβλιογραφία αρχίζει να εμπλουτίζεται, παραμένει ελλιπής ως προς την κάλυψη του εύρους των διαφορετικών κατηγοριών ΤΕΠ. Δεν καταγράφονται συστηματικά οι αντιλήψεις των παιδιών για βασικές έννοιες όπως η ιδιότητα, η λειτουργία και ο έλεγχος των ΤΕΠ.

Σύμφωνα με τους Bhamjee et al. (2012), τα παιδιά ηλικίας 7-9 ετών παρουσιάζουν γνωστική σύγχυση ως προς τις ιδιότητες και τις λειτουργίες των ρομπότ, αποδίδοντας σε αυτά χαρακτηριστικά είτε έμψυχου είτε άψυχου αντικειμένου, γεγονός που επηρεάζει την κατανόηση της αυτονομίας τους. Έρευνες των Μισιρλή και Κόμη (2012), Μισιρλή (2016), καθώς και Mioduser και Kuperman (2020), δείχνουν ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας ενδέχεται να αποδίδουν ανιμιστικά χαρακτηριστικά στα ρομπότ. Παρ' όλα αυτά, μέσα από κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις αναπτύσσουν λεκτικά και απεικονιστικά νοητικά μοντέλα που σχετίζονται με την κατανόηση της λειτουργίας, της ιδιότητας και του ελέγχου

ρομποτικών συστημάτων. Όσον αφορά τα κατασκευαστικά ρομπότ, η μελέτη των Γκότση et al. (2023) αναφέρει ότι η ενεργή συμμετοχή των παιδιών στη δημιουργία διαφορετικών κατασκευών οδηγεί σε βελτίωση των νοητικών τους αναπαραστάσεων.

Παράλληλα, υπάρχουν μελέτες που εστιάζουν αποκλειστικά σε παραμέτρους όπως το φύλο ή η ηλικία, χωρίς να διερευνούν ουσιαστικά την εξέλιξη των γνωστικών αναπαραστάσεων. Οι Monaco et al. (2018) διαπίστωσαν ότι μόνο κάποια παιδιά προσχολικής ηλικίας αναφέρουν έννοιες σχετικές με τον προγραμματισμό, ενώ οι Mioduser και Kuperman (2020) υποστηρίζουν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται περισσότερο να εξηγήσουν τη συμπεριφορά ενός ρομπότ, απ' ότι να την προγραμματίσουν.

Περαιτέρω, οι Strawhacker et al. (2018) επισημαίνουν ότι η έκθεση των παιδιών σε διαφορετικά στυλ διδασκαλίας επηρεάζει όχι μόνο τις επιδόσεις τους, αλλά και το είδος της γνώσης που αναπτύσσουν γύρω από βασικές έννοιες προγραμματισμού, όπως η ακολουθία εντολών, ο έλεγχος ροής, κλπ. Τα παιδιά που εμπλέκονται ενεργά σε παιγνιώδεις δραστηριότητες τείνουν να διαμορφώνουν πληρέστερες και πιο σταθερές αναπαραστάσεις σχετικά με το πώς "σκέφτεται" ένα ρομπότ. Σε αυτό το σημείο, η ίδια μελέτη καταδεικνύει ότι η διδακτική προσέγγιση των εκπαιδευτικών επηρεάζει σημαντικά τη γνώση προγραμματισμού των παιδιών. Συγκεκριμένα, η υποστηρικτική και διερευνητική στάση ενισχύει τη βαθύτερη κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των ρομπότ, αναδεικνύοντας τον ρόλο του παιδαγωγού ως διαμεσολαβητή της μάθησης.

Επομένως, καθίσταται σαφές το γνωστικό έλλειμμα που παρατηρείται στις πρώιμες φάσεις της αλληλεπίδρασης των παιδιών με τα ΤΕΠ. Η επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας αναδεικνύει ότι, παρόλο που υπάρχουν μεμονωμένες μελέτες για τις τρεις βασικές κατηγορίες ΤΕΠ, το πεδίο παραμένει αποσπασματικό και μη εκπροσωπημένο. Η παρούσα μελέτη στοχεύει να καλύψει αυτό το κενό, εξετάζοντας συγκριτικά την εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για την ιδιότητα, τη λειτουργία και τον έλεγχο των ΤΕΠ, εντός ενός παιγνιώδους μαθησιακού πλαισίου.

Ερευνητικά ερωτήματα

Η έρευνα στοχεύει στη μελέτη της εξέλιξης των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα ΤΕΠ, μέσα από έναν παιδαγωγικό σχεδιασμό παιγνιώδους μάθησης. Τα δεδομένα συλλέγονται και αναλύονται πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, με επίκεντρο την κατανόηση της ιδιότητας, της λειτουργίας και του ελέγχου των τριών διαφορετικών ΤΕΠ από τα παιδιά. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν είναι τα εξής: (1) Ποιες είναι οι αρχικές και τελικές νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ πριν και μετά την εφαρμογή του πλαισίου παιγνιώδους μάθησης; και (2) Παρατηρούνται διαφορές στην εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών ανάμεσα στις τρεις κατηγορίες ΤΕΠ;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα επιδιώκει να καταγράψει την πορεία εξέλιξης των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας μέσα από μια παιγνιώδης έρευνα. Συγκεκριμένα, για τη συλλογή των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, υλοποιήθηκε η μέθοδος των ατομικών συνεντεύξεων με σκοπό την κατανόηση της πορείας των νοητικών αναπαραστάσεων, καθώς και ο διαλογικός χαρακτήρας και η ευελιξία του εκπαιδευτικού που του επιτρέπει να ανταποκριθεί σε όσα λένε τα παιδιά και ανάλογα με την περίσταση αν χρειαστεί να αλλάξει τις ερωτήσεις ή τη δράση του. Βασιζόμενοι στους Mukherji και Albon

(2015), ότι η αξιολόγηση μιας έρευνας "πριν" και "μετά" υλοποιείται για τον έλεγχο της επίδρασης της παρέμβασης σε μία ομάδα συμμετεχόντων, υλοποιήθηκε στον παρόν άρθρο η ατομική συνέντευξη των συμμετεχόντων δύο φορές, "πριν" και "μετά" την εφαρμογή των συναντήσεων παιχνιδιού για να ελεγχθούν και να αξιολογηθούν οι απαντήσεις των παιδιών πριν και μετά την έρευνα. Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελείται από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Συγκεκριμένα, η έρευνα διεξήχθη σε ένα χώρο διαμορφωμένο για παιχνίδι στο οικογενειακό περιβάλλον των παιδιών. Οι συναντήσεις πραγματοποιήθηκαν σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα κατά την περίοδο Απρίλιος 2024-Μάρτιος 2025. Η επιλογή του δείγματος δεν ήταν τυχαία ούτε αντιπροσωπευτική του γενικού πληθυσμού, αλλά βολική, αποτελούμενη από δύο κορίτσια ηλικίας 5 ετών. Ωστόσο, η εκτενής χρονική διάρκεια της μελέτης επέτρεψε τη συνεχή και συστηματική συλλογή δεδομένων, διευκολύνοντας την εις βάθος παρατήρηση των παιδιών στο φυσικό τους περιβάλλον.

Η ποιοτική φύση της έρευνας επικεντρώνεται στην ερμηνεία των εμπειριών και των συμπεριφορών των παιδιών, με ιδιαίτερη έμφαση στις προφορικές διατυπώσεις τους, οι οποίες ανέδειξαν αποτελέσματα γνωστικής προόδου. Ενδεικτικά, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων παιχνιδιού με το Coding express, στην αρχική φάση της παρέμβασης τα παιδιά απαντούσαν ότι δεν γνώριζαν τι είναι και πως λειτουργούν τα "πλακίδια δράσης". Με την πάροδο του χρόνου και την εμπλοκή τους στη διαδικασία, διατυπώσεις όπως: "είναι πλακίδια δράσης" ή αναφορές τους σχετικά με την σωστή λειτουργία των πλακιδίων κατέδειξαν την ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης και της ικανότητας σύνδεσης εννοιών με λειτουργικές χρήσεις. Για παράδειγμα, στη 2η συνάντηση παιχνιδιού, το ένα παιδί τοποθέτησε το κόκκινο πλακίδιο δράσης (stop) στο τέλος της διαδρομής και εξήγησε "Είναι για να σταματήσει το τρενάκι όταν φτάσει στο Βασίλειο", δείχνοντας κατανόηση τόσο της λειτουργίας του πλακιδίου όσο και του πλαισίου χρήσης του μέσα στο σενάριο παιχνιδιού. Σε ότι αφορά την ηθική διάσταση της έρευνας, η μελέτη υλοποιήθηκε μετά από συναίνεση από τους γονείς των παιδιών, οι οποίοι είχαν πλήρη ενημέρωση για τους σκοπούς, τη διαδικασία και τη δυνατότητα αποχώρησης των παιδιών από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή χωρίς καμία επίπτωση. Όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν και αποθηκεύτηκαν με αυστηρή διασφάλιση της ανωνυμίας και του απορρήτου των συμμετεχόντων. Η τήρηση των παραπάνω πρωτοκόλλων διασφαλίζει την ηθική ακεραιότητα της παρούσας έρευνας και την προστασία των δικαιωμάτων των παιδιών συμμετεχόντων.

Αρχικά, επιλέχθηκαν και αναλύθηκαν τα ΤΕΠ. Τα συγκεκριμένα ΤΕΠ ανήκουν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες όπως προαναφέρθηκε: το Buddy εντάσσεται στα ανθρωπόμορφα ρομπότ, το Botley στα προγραμματιζόμενα ρομπότ δαπέδου, ενώ το Coding express αποτελεί ένα κατασκευαστικό κιτ ρομποτικής τύπου LEGO. Όσον αφορά τη διεπαφή του ΤΕΠ Buddy, πρόκειται για ένα ρομποτικό εργαλείο με τεχνικές προδιαγραφές που του επιτρέπουν να κατανοεί ήχους και να ενεργοποιεί λειτουργίες συναισθηματικής απόκρισης ανάλογα με το άγγιγμα του χρήστη, εκδηλώνοντας έτσι θετικά ή αρνητικά συναισθήματα. Από την άλλη πλευρά, το ΤΕΠ Botley είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου που παρέχει επιπλέον δυνατότητες, όπως η λειτουργία CODE, η οποία διαβάζει γραμμωτούς κώδικες, καθώς και η λειτουργία Line following, που του επιτρέπει μέσω ειδικού αισθητήρα να ακολουθεί μαύρες γραμμές. Όσον αφορά τις τεχνολογικές δυνατότητες του ΤΕΠ Coding express, περιλαμβάνει πέντε διαφορετικά είδη πλακιδίων δράσης, τα οποία επιτρέπουν στα παιδιά να δημιουργούν προγράμματα που αντιδρούν στο περιβάλλον, διευκολύνοντας έτσι την εξερεύνηση βασικών εννοιών της ρομποτικής και του προγραμματισμού. Σύμφωνα με την οργάνωση του προτεινόμενου παιδαγωγικού μοντέλου, όπου η μάθηση αναπτύσσεται εξελικτικά μέσα σε ένα παιγνιώδες πλαίσιο που συναποφασίζεται από τα παιδιά και τον εκπαιδευτικό (Σακκά κ.ά., 2023), σχεδιάστηκαν τέσσερις (4) μαθησιακές προκλήσεις, ακολουθώντας τη διδακτική

στρατηγική επίλυσης προβλήματος. Η συλλογή των δεδομένων υλοποιήθηκε με τη χρήση των τριών διαφορετικών κατηγοριών ΤΕΠ που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

Στην 1η Φάση πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των επιμέρους ΤΕΠ για την συγκρότηση της τεχνολογικής γνώσης περιεχομένου σύμφωνα με το μοντέλο της τεχνολογικής παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου TPACK, όπου οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν την ανάγκη συνεχούς μάθησης και συνειδητοποίησης των διδακτικών δυνατοτήτων της τεχνολογίας και την κατανόηση της ανάπτυξης της ως εξατομικευμένης, συνεχιζόμενης διαδικασίας και όχι μιας τυποποιημένης διαδικασίας και ειδικά για εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας (Bueno et al., 2023· Tzavara et al., 2023). Σε αυτή τη φάση μελετήθηκε από την ερευνητική ομάδα ο τεχνολογικός λειτουργικός και εννοιολογικός εγγραμματισμός για την καταγραφή και παιδαγωγική αξιοποίηση των τεχνολογικών προσφερόμενων δυνατοτήτων. Η συλλογή των δεδομένων υλοποιήθηκε με τη χρήση τριών (03) διαφορετικών κατηγοριών ΤΕΠ, ενός (01) προγραμματιζόμενου, ενός (01) κιτ κατασκευαστικής ρομποτικής και ενός (01) ανθρωπόμορφου ΤΕΠ. Η διδακτική παρέμβαση οργανώθηκε σε τέσσερις φάσεις, σύμφωνα με το προτεινόμενο παιδαγωγικό μοντέλο παιγνιώδους μάθησης, το οποίο στηρίζεται στη σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης μέσα από συνεργατικές και ενσώματες εμπειρίες που συναποφασίζονται από τα παιδιά και τον εκπαιδευτικό (Σακκά, Μισιρλή & Κόμης, 2023). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανίχνευση των αρχικών νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών (pre-test) σχετικά με τα χαρακτηριστικά που αφορούν τον έλεγχο, την ιδιότητα και τη λειτουργία των ΤΕΠ, μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων. Η φάση αυτή είχε στόχο την καταγραφή των πρότερων νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση για τη διαμόρφωση του μαθησιακού πλαισίου. Στη συνέχεια, κατά τη 1η συνάντηση παιχνιδιού, τα παιδιά συμμετείχαν σε μια εισαγωγική μαθησιακή πρόκληση που σχεδιάστηκε από τους ερευνητές μέσω παιχνιδιού προσποίησης, με στόχο την ενεργοποίηση των υφιστάμενων γνώσεων και την αρχική διερεύνηση της λειτουργίας των ΤΕΠ μέσω επίλυσης προβλήματος. Το παιχνίδι προσποίησης, αποτελεί έναν βασικό τύπο παιχνιδιού το οποίο αναπτύσσεται στην προσχολική ηλικία, λόγω του ότι αποτελεί μια αναπαραστατική δραστηριότητα (Piaget, 1962). Κατά τη διάρκεια της 2ης συνάντησης παιχνιδιού, υλοποιήθηκαν νέες, τροποποιημένες μαθησιακές προκλήσεις, οι οποίες διαμορφώθηκαν εν μέρει από τις ίδιες τις ιδέες των παιδιών. Η συμμετοχή τους στον σχεδιασμό των προκλήσεων συνέβαλε στην ενίσχυση της εμπλοκής τους, προωθώντας παράλληλα την αναδόμηση των αρχικών τους αναπαραστάσεων με παιγνιώδη και βιωματικό τρόπο. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η αποτίμηση των τελικών νοητικών αναπαραστάσεων (post-test), προκειμένου να εντοπιστούν πιθανές αλλαγές στη σκέψη των παιδιών σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τα εξαρτήματα των παρεχόμενων ΤΕΠ. Τα δεδομένα της αποτίμησης αναλύθηκαν συγκριτικά με εκείνα της αρχικής φάσης, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς την εξέλιξη των γνωστικών τους μοντέλων. Ως μεταβλητές ορίστηκαν οι ερωτήσεις της ατομικής συνέντευξης και οι κατηγορικές τιμές οργανώθηκαν σε τέσσερις ομάδες, οι οποίες προέκυψαν μέσω θεματικής ανάλυσης περιεχομένου. Οι ερωτήσεις της ατομικής συνέντευξης κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις άξονες, α) ιδιότητα, β) λειτουργία, γ)έλεγχος των ΤΕΠ και για κάθε ΤΕΠ διαμορφώθηκαν οι ανάλογες μεταβλητές. Ωστόσο, για την ανάλυση των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν να αξιολογηθούν οι κοινές μεταβλητές των τριών (03) ΤΕΠ, όπως καταγράφονται στον Πίνακα 1. Αντίστοιχα, η κωδικοποίηση των απαντήσεων βασίστηκε στην διαδικασία της εννοιολογικής αποδόμησης των απαντήσεων και κατηγοριοποίησή τους με βάση τον βαθμό πληρότητας και την επιστημονική ακρίβεια. Πιο συγκεκριμένα, η αξιοπιστία της κατηγοριοποίησης ενισχύθηκε με τη χρήση σαφών ορισμών και κριτηρίων για κάθε κατηγορία, ενώ η εγκυρότητα εξασφαλίστηκε μέσω της θεωρητικής θεμελίωσης του πλαισίου ανάλυσης. Οι τέσσερις κατηγορίες που διαμορφώθηκαν είναι οι

εξής: i) Πλήρης αναπαράσταση: περιλαμβάνει απαντήσεις που είναι πλήρεις, εννοιολογικά συγκροτημένες και συνάδουν με επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις για τη λειτουργία και τις ιδιότητες του εκάστοτε εξαρτήματος, ii) Μη πλήρης αναπαράσταση: περιλαμβάνει απαντήσεις που παρουσιάζουν μερική κατανόηση, οι οποίες ενδέχεται να περιέχουν ανθρωπομορφικά ή ανιμιστικά στοιχεία (π.χ. απόδοση πρόθεσης ή συναισθημάτων στα ΤΕΠ), υποδεικνύοντας πρώιμες νοητικές αναπαραστάσεις, iii) Ελλιπής αναπαράσταση: αφορά απαντήσεις χωρίς εννοιολογική συνοχή ή με ανεπαρκή αιτιολόγηση, οι οποίες δείχνουν περιορισμένη κατανόηση ή γνωστική σύγχυση και iv) Δεν ξέρω: καταγράφει περιπτώσεις μη απάντησης ή ρητής δήλωσης άγνοιας από την πλευρά των παιδιών.

Στον Πίνακα 1, όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζονται οι κοινές μεταβλητές των τριών (03) ΤΕΠ για τις ατομικές συνεντεύξεις ανίχνευσης και αποτίμησης, οι οποίες αφορούν στις έννοιες της ιδιότητας, της λειτουργίας και του ελέγχου των ΤΕΠ.

Πίνακας 1. Κατηγορικές μεταβλητές και τιμές

Κατηγορίες μεταβλητών	Κατηγορικές τιμές
Α. Ερωτήσεις που αφορούν την ιδιότητα των ΤΕΠ **Q1:** Τι νομίζεις ότι είναι αυτό το παιχνίδι; **Q6:** Τι νομίζεις ότι είναι ένα ρομπότ; **Β. Ερωτήσεις που αφορούν τη λειτουργία των ΤΕΠ** **Q3:** Πώς νομίζεις ότι θα αντιδράσει το ρομπότ αν πατήσουμε αυτό το πλήκτρο; (Κοινές λειτουργίες των πλήκτρων - πλήκτρα κατεύθυνσης) **Γ. Ερωτήσεις που αφορούν τη έλεγχο των ΤΕΠ** **Q2:** Πώς μπορεί να κινηθεί;	Πλήρης Αναπαράσταση Μη Πλήρης αναπαράσταση Ελλιπής αναπαράσταση Δεν ξέρω

Τα παιδιά σχηματίζουν ιδέες, νοητικά μοντέλα και αναπαραστάσεις για τις διάφορες έννοιες και τα ΤΕΠ που χρησιμοποιούν με συγκεκριμένες μορφές 'γνώσης'. Η λειτουργία ενός εργαλείου αποτελεί μέρος των νοητικών αναπαραστάσεων (νοητικών μοντέλων) των παιδιών. Έτσι, κρίνεται απαραίτητη η διάκριση ανάμεσα στο νοητικό μοντέλο και το εννοιολογικό μοντέλο. Από τη μία πλευρά, το νοητικό μοντέλο αποτελεί την προσωπική αναπαράσταση του παιδιού, ενώ το εννοιολογικό μοντέλο σχετίζεται με την επιστημονικά αποδεκτή ερμηνεία του τεχνολογικού αντικειμένου. Τα νοητικά μοντέλα κατατάσσονται ως υποκειμενικά με βάση την εμπειρία, ενώ τα εννοιολογικά μοντέλα μπορούν να οικοδομηθούν μέσω κατάλληλων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων (Κόμης, 2019). Έτσι, το παρόν άρθρο, αναφέρεται στα εννοιολογικά μοντέλα που σχηματίζουν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, μεταβαίνοντας από τις αρχικές, αυθόρμητες αντιλήψεις τους σε εννοιολογικές αντιλήψεις μέσω της ενασχόλησής τους με ΤΕΠ στο πλαίσιο της παιγνιώδους μάθησης με οργανωμένες 'συναντήσεις παιχνιδιού' που περιέχουν παιγνιώδη προκλήσεις.

Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των παιδαγωγικών και τεχνολογικών δυνατοτήτων των ΤΕΠ δημιουργήθηκαν μεταβλητές που αντιστοιχούσαν σε τρεις βασικές κατηγορίες: ιδιότητα, λειτουργία και έλεγχος. Ο διαχωρισμός αυτός πραγματοποιήθηκε βάσει του περιεχομένου των ερωτήσεων που τέθηκαν κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων. Συγκεκριμένα, η ερώτηση Q1 και η Q6 σχετίζονται με την έννοια της ιδιότητας του εκάστοτε ΤΕΠ, η Q3 με τη λειτουργία του και η Q2 με τον έλεγχο του. Πιο αναλυτικά, η κατηγορία της ιδιότητας περιλαμβάνει την ικανότητα του παιδιού να περιγράψει τη μορφή κάθε ΤΕΠ και να αναγνωρίσει την έννοια

του ρομπότ. Η κατηγορία της λειτουργίας αφορά την περιγραφή της χρήσης των ενσωματωμένων λειτουργικών στοιχείων, όπως τα πλήκτρα ή τα πλακίδια δράσης, ενώ η κατηγορία του ελέγχου εστιάζει στον χειρισμό της κίνησης του ΤΕΠ από το παιδί, είτε άμεσα είτε μέσω κάποιου μέσου διεπαφής.

Σχετικά με τη μεταβλητή Q1 που αφορά την περιγραφή της μορφής των ΤΕΠ, και στα τρία ΤΕΠ φαίνεται ότι στην τιμή "Πλήρης αναπαράσταση" εμφανίζονται και τα δύο (02) παιδιά στις αρχικές αναπαραστάσεις, παραμένοντας και στις τελικές αναπαραστάσεις με ενδεικτικές απαντήσεις "Ρομπότ", "Τρένο" κλπ. Οι τιμές "Μη πλήρης αναπαράσταση", "Ελλιπής αναπαράσταση" και "Δεν ξέρω" δεν εμφανίζονται καθόλου στη συγκεκριμένη μεταβλητή. Όσον αφορά τη μεταβλητή Q2 και τη περιγραφή ελέγχου των ΤΕΠ που αφορά την κίνηση του, φαίνεται ότι η κατανομή των αρχικών αναπαραστάσεων των ΤΕΠ μοιράζεται κατά κύριο λόγο στις τιμές "Μη πλήρης αναπαράσταση", "Ελλιπής αναπαράσταση" και "Δεν ξέρω" με ενδεικτικές απαντήσεις "με το τηλεκοντρόλ", "ρόδες" κλπ., ενώ υπάρχει μετασχηματισμός των τελικών αναπαραστάσεων σε "Πλήρης αναπαράσταση" σχεδόν σε όλα ρομπότ. Αυτό συνέβη λόγω της ενεργής συμμετοχής των παιδιών στις συναντήσεις παιχνιδιού που υλοποιήθηκαν αλλά και της κατανόησης της εκάστοτε κίνησης μέσω της παιγνιώδης μάθησης. Συγκεκριμένα, μόνο στο ΤΕΠ Botley το ένα (01) παιδί παραμείνει στην τιμή "Μη πλήρης αναπαράσταση" λόγω του ότι δεν αναφέρει όλους τους πιθανούς τρόπους κίνησης του. Για τη μεταβλητή Q3, παρουσιάζονται τα συνοδευτικά αντικείμενα των ΤΕΠ τα οποία μπορούν να κινήσουν τα ρομποτικά εργαλεία / μορφές ρομπότ. Συγκεκριμένα, τέτοια αντικείμενα περιλαμβάνονται στο Botley (μέσω του τηλεχειριστηρίου) και στο Coding express (μέσω των πλακιδίων δράσης), προσφέροντας δυνατότητες αλληλεπίδρασης και ελέγχου. Και στις δύο περιπτώσεις, στις αρχικές αναπαραστάσεις τα παιδιά αναφέρουν περιορισμένες ενέργειες της χρήσης του τηλεχειριστηρίου (Botley) ή αναφέρουν ότι δεν γνωρίζουν την χρησιμότητα των πλακιδίων στην κίνηση του τρένου (Coding express), αναδεικνύοντας τις τιμές "Ελλιπής αναπαράσταση" και "Δεν ξέρω". Ενδεικτικές απαντήσεις των παιδιών για το Botley είναι "Για να προχωράει" και για το Coding express "περιμένει", "προχωράει το τρένο" κλπ. Παρόλα αυτά, για το Botley υπάρχει μετασχηματισμός των νοητικών τους αναπαραστάσεων σε "Μη πλήρης αναπαράσταση", από "Ελλιπής αναπαράσταση" αναφέροντας περισσότερες ενέργειες του τηλεχειριστηρίου, χωρίς όμως τη πλήρη συγκρότηση της γνώσης. Αυτό συνέβη λόγω της σύγχυσης των σκέψεων των παιδιών με τους πολλαπλούς τρόπους κίνησης που διέθετε. Σχετικά με το Coding express, οι τελικές αναπαραστάσεις μετατρέπονται σε "Πλήρεις αναπαραστάσεις", με τα παιδιά να αποδίδουν την αντίστοιχη κίνηση του τρένου με την χρήση του κάθε πλακιδίου. Τέλος, η μεταβλητή Q6 είχε ποιοτικό χαρακτήρα και στόχευε στη διερεύνηση του κατά πόσο τα παιδιά είχαν αντιληφθεί την έννοια του "ρομπότ". Οι απαντήσεις που δόθηκαν έδειξαν ότι τα παιδιά ήταν σε θέση να κατανοήσουν τη βασική λειτουργία ενός ρομπότ, συνδέοντάς την με τον ανθρώπινο έλεγχο και την έννοια της εκτέλεσης εντολών. Ενδεικτικά, αναφέρθηκαν απαντήσεις όπως: "είναι ζώο και έχει κουμπιά που τα πατάμε και κάνει ότι του λέμε με το τηλεκοντρόλ του" και "είναι κάτι που του λέμε τι θα κάνει, του δίνουμε εντολές, το προχωράμε, μας ακούει, εε... και κάνει πολλά πράγματα", οι οποίες καταδεικνύουν μια αρχική αλλά ουσιαστική κατανόηση της σχέσης ανθρώπου-ρομπότ και της έννοιας του προγραμματισμού.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των παιδιών πριν και μετά την εφαρμογή του παιδαγωγικού σχεδιασμού, αφού οι κατηγορικές τιμές "Μη πλήρης αναπαράσταση", "Ελλιπής αναπαράσταση" και "Δεν ξέρω"

μετασχηματίζονται κατά κύριο λόγο σε "Πλήρης αναπαράσταση". Ωστόσο, ανάλογα με την κατηγορία των ΤΕΠ —προγραμματιζόμενο (Botley), ανθρωπόμορφο (Buddy) και κατασκευαστικό κιτ ρομποτικής (Coding express)— εντοπίζονται ορισμένες διαφορές στην εξέλιξη των αναπαραστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, ενώ ως προς την ιδιότητα των ΤΕΠ (μεταβλητές Q1 και Q6) και στα τρία εργαλεία παρατηρείται ήδη από την αρχή μια πλήρης γνωστική κατάκτηση (κατηγορία "Πλήρης αναπαράσταση"), στη μεταβλητή Q3 που αφορά τη λειτουργία τους, εντοπίζονται διαφοροποιήσεις. Το ανθρωπόμορφο ΤΕΠ Buddy παρουσιάζει τη μεγαλύτερη πρόοδο, καθώς οι αρχικές απαντήσεις, οι οποίες εντάσσονταν στις κατηγορίες "Ελλιπής αναπαράσταση" και "Δεν ξέρω", μετατρέπονται πλήρως σε "Πλήρης αναπαράσταση" μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα άλλα δύο ΤΕΠ (Botley και Coding express) εμφανίζουν παρόμοια πορεία εξέλιξης, καθώς οι αρχικές "Μη πλήρεις αναπαραστάσεις" εμπλουτίζονται και μετασχηματίζονται σε "Πλήρεις αναπαραστάσεις.

Η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει τα ευρήματα όπως παρουσιάζονται σε σχετικές έρευνες των Bhamjee et al. (2010) και Misirli και Komis (2012), σύμφωνα με τα οποία οι νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τα ΤΕΠ είναι περιορισμένες αρχικά και εξελίσσονται σταδιακά μέσα από κατάλληλες παιδαγωγικές παρεμβάσεις. Γι᾽ αυτό και στην παρούσα έρευνα σχετικά με τους διαφορετικούς τρόπους κίνησης των ΤΕΠ, η εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων δείχνει την καταλληλότητά τους για τη χρήση που επιλέχθηκαν. Η εξέλιξη αυτή φαίνεται να ενισχύεται όταν η προσέγγιση είναι παιγνιώδης και επιτρέπει στα παιδιά να εμπλακούν ενεργά και δημιουργικά.

Μέσα από την συμμετοχή των παιδιών στις παιγνιώδεις προκλήσεις για την επίλυση προβλημάτων με τα ΤΕΠ, φάνηκε ότι τα παιδιά στις τελικές απαντήσεις τους έδειξαν ότι έχουν κατανοήσει το πώς "σκέφτεται" ένα ρομπότ και πώς λειτουργεί κάθε πλήκτρο του. Το αντίστοιχο εύρημα είναι συνεπές με τα ευρήματα των Strawhacker, Lee και Bers (2018) που υποστηρίζουν ότι τα παιδιά που εμπλέκονται σε παιγνιώδεις δραστηριότητες διαμορφώνουν πιο σταθερές αναπαραστάσεις. Αντίστοιχα, ένα ακόμα εύρημα της παρούσας έρευνας που είναι συνεπές με αποτελέσματα άλλων ερευνών αποτελεί το γεγονός ότι τα παιδιά παρουσιάζουν μία δυσκολία στο να εξηγήσουν τη συμπεριφορά ενός ρομπότ παρά να το προγραμματίσουν (Mioduser & Kuperman, 2020) Συγκεκριμένα, τα παιδιά στην παρούσα έρευνα μπόρεσαν να προγραμματίσουν την κάθε κίνηση των ΤΕΠ, αλλά δυσκολεύτηκαν να εξηγήσουν τις πιο σύνθετες με λόγια.

Περνώντας στους περιορισμούς της παρούσας έρευνας, αξίζει να επισημανθεί ότι στο δείγμα συμμετείχαν μόνο δύο παιδιά. Το γεγονός αυτό δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών και γενικεύσιμων συμπερασμάτων για τον ευρύτερο πληθυσμό. Όπως επισημαίνει και ο Price (2014), όταν το δείγμα είναι τόσο περιορισμένο, μειώνεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και καθίσταται δυσκολότερη η εφαρμογή τους σε παρόμοιες εκπαιδευτικές συνθήκες. Για τον λόγο αυτό, προτείνεται μελλοντικά η διεξαγωγή αντίστοιχων ερευνών με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων, προκειμένου να ενισχυθούν η εγκυρότητα και η δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων. Παρά τον περιορισμό του μικρού δείγματος, η παρούσα έρευνα ανέδειξε τη θετική επίδραση του παιγνιώδους μοντέλου μάθησης με τη χρήση διαφορετικών ΤΕΠ στην ενίσχυση και εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών. Η ενεργή εμπλοκή των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία μέσω του παιχνιδιού φαίνεται να διευκολύνει τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με τον προγραμματισμό.

Η παρούσα μελέτη μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για εκπαιδευτικούς της προσχολικής εκπαίδευσης, τόσο για μελλοντικούς όσο και για εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, καθώς προσφέρει ένα πλαίσιο ένταξης των ΤΕΠ στη διδασκαλία με παιγνιώδη τρόπο. Παράλληλα, μπορεί να αξιοποιηθεί ως βάση για τη σχεδίαση πιο οργανωμένων και εξελιγμένων παρεμβάσεων με τη χρήση αντίστοιχων εργαλείων. Συνεπώς, θα είχε ιδιαίτερο

ενδιαφέρον να μελετηθούν τα τρία συγκεκριμένα ΤΕΠ (Buddy, Botley, Coding express) σε ευρύτερες ομάδες παιδιών προσχολικής ηλικίας, προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν (ανθρωπόμορφα, προγραμματιζόμενα, κατασκευαστικά).

Συμπερασματικά, κρίνεται αναγκαία η ένταξη και ο σχεδιασμός περισσότερων δραστηριοτήτων στο νέο πρόγραμμα σπουδών που αφορούν το διδακτικό μοντέλο της παιγνιώδους μάθησης μέσω της χρήσης ΤΕΠ. Μέσω του συγκεκριμένου μοντέλου, οι εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας θα έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν την τεχνολογική τους γνώση με τα νέα εργαλεία των ΤΕΠ και να εξελίξουν την παιδαγωγική γνώση και γνώση περιεχομένου με την προσέγγιση της παιγνιώδους μάθησης και του παιχνιδιού προσποίησης.

"Το ερευνητικό έργο με τίτλο Υπολογιστική Σκέψη, Προγραμματισμός, Τεχνητή Νοημοσύνη και Ρομποτική στην Ελληνική Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση υλοποιείται στο πλαίσιο της δράσης του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. "3η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για μέλη ΔΕΠ και Ερευνητές/τριες" (Αριθμός Έργου ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.: ΦΚ84015)"

Αναφορές

Bers, M. U. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003022603

Bhamjee, S., Griffiths, F., & Palmer, J. (2010, June). Children's perception and interpretation of robots and robot behaviour. *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Personal Relationship* (pp. 42-48). Springer.

Bueno, S., Salinas, J., & Hernández-Leo, D. (2023). Technological pedagogical content knowledge: Exploring new perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(3), 1-15. https://doi.org/10.14742/ajet.7970

Clements, D. H., & Sarama, J. (2002). Teaching with computers in early childhood education: Strategies and professional development. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, *23*(3), 215-226.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining" gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). ACM.

Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, *1*(1), 20-20.

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). IEEE.

Kucirkova, N. (2018). Children's agency and reading with digital books: Research directions. *Learning, Media and Technology, 43*(3), 288-302.

Mioduser, D., & Kuperman, A. (2020). Young children's representational structures of robots' behaviors. *Design and Technology Education*, *25*(2), 143-159.

Monaco, C., Mich, O., Ceol, T., &Potrich, A. (2018). *Investigating mental representations about robots in preschool children*. arXiv preprint. https://arxiv.org/abs/1806.03248

Mukherji, P. & Albon, D. (2015). *Research methods in early childhood: An introductory guide*. SAGE.

Piaget, J. (1962). The stages of the intellectual development of the child. *Bulletin of the Menninger Clinic*, *26*(3), 120.

Price, A. (2014). Single case studies as seeds: Brain models that matter. *International Journal of User-Driven Healthcare,* 4(2), 43-50. https://doi.org/10.4018/IJUDH.2014040105

Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 347-376. https://doi.org/10.1007/s10798-016-9394-z

Tzavara, A., & Komis, V. (2023). Investigating TPACK integration in the designing and implementation of educational activities using ICT by prospective early childhood teachers. In T. Bratitsis (Ed)., *Research on e-learning and ICT in education* (pp. 93-103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34291-2_6

Γκότση, Χ., Σαρρή, Μ., Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2023). Εξέλιξη νοητικών αναπαραστάσεων για τους αισθητήρες εκπαιδευτικών ρομπότ: Η περίπτωση του ρομπότ UARO. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής* (σσ. 80-89). ΕΤΠΕ.

Κόμης, Β. (2019). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ* (2η έκδ.). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Μισιρλή, Α. (2016). Εξέλιξη των γνωστικών αναπαραστάσεων των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα προγραμματιζόμενα ρομπότ. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά 10ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση"* (σσ. 695-704). ΕΤΠΕ.

Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. *Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής* (σσ. 20-22). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας και ΕΤΠΕ.

Σακκά, Μ., Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2023). Πλαίσιο σχεδιασμού παιγνιώδους μάθησης και αξιοποίησης τεχνολογικά ενισχυμένων παιχνιδιών: Εννοιολογικές και μεθοδολογικές προεκτάσεις. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση"* (σσ. 136–145). ΕΤΠΕ.

Νοητικές Αναπαραστάσεις Παιδιών Προσχολικής Ηλικίας για Τεχνολογικά Ενισχυμένα Παιχνίδια: Η Περίπτωση των Ζωόμορφων Ρομπότ Power Puppy, Robodog, Glow and Go Bot και Coding Critters

Ματούλα Σαρρή, Χαρά Γκότση, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλης Κόμης
up1066274@ac.upatras.gr,up1071076@ac.upatras.gr, amisirli@upatras.gr, komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται μία συστηματική καταγραφή της εξέλιξης των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα Τεχνολογικά Ενισχυμένα Παιχνίδια (ΤΕΠ). Ειδικότερα, γίνεται μελέτη των τεχνολογικών και παιδαγωγικών δυνατοτήτων συγκεκριμένων ΤΕΠ (Power Puppy, Robodog, Glow and Go Bot και Coding Critters). Η καταγραφή των αρχικών και των τελικών αναπαραστάσεων υλοποιήθηκε μέσω ατομικών ημι-δομημένων συνεντεύξεων για τη μελέτη της εξέλιξής τους. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν αφορούσαν την ιδιότητα, τη λειτουργία και τον έλεγχο των ΤΕΠ και η ταξινόμηση των απαντήσεων τους έγινε ανάλογα με τη γνωστική αναπαράσταση που διέθεταν τα παιδιά. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντική βελτίωση στο μετασχηματισμό και την οργάνωση νοητικών αναπαραστάσεων αφού καταγράφηκε αλλαγή των αρχικών μη πλήρων ή ελλιπών αναπαραστάσεων σε πλήρεις αναπαραστάσεις. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα της παιγνιώδους μάθησης μέσω ΤΕΠ, ενώ παράλληλα αναγνωρίζεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα.

Λέξεις κλειδιά: ζωόμορφα ρομπότ, νοητικές αναπαραστάσεις, παιγνιώδης μάθηση, προσχολική ηλικία, τεχνολογικά ενισχυμένα παιχνίδια

Εισαγωγή

Ο όρος "Τεχνολογικά ενισχυμένα παιχνίδια" εισάγεται από τους Hatzigianni et al. (2023), προκειμένου να περιγράψουν παιχνίδια που ενσωματώνουν συγκεκριμένα τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Στη σχετική βιβλιογραφία, τα ΤΕΠ κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν και τον τρόπο χρήσης τους. Μία από αυτές είναι τα ρομποτικά παιχνίδια, ενώ ειδικότερη υποκατηγορία αποτελούν τα ζωόμορφα ρομπότ, τα οποία φέρουν εξωτερική όψη ζώου και στοχεύουν κυρίως σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Η μορφή τους αξιοποιεί αισθητηριακά και συναισθηματικά στοιχεία του παιχνιδιού, ενισχύοντας τη σύνδεση του παιδιού με το τεχνολογικό αντικείμενο (Tanaka & Matsuzoe, 2012). Τα ζωόμορφα ρομπότ αποτελούν μία ειδική κατηγορία εκπαιδευτικής ρομποτικής, η οποία ενδείκνυται για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, λόγω του παιγνιώδους και φιλικού χαρακτήρα τους (Kory-Westlund & Breazeal, 2019). Τα συγκεκριμένα ρομπότ ελέγχονται από τον χρήστη μέσω απλών μορφών προγραμματισμού και επιτρέπουν την εκτέλεση εντολών μέσα από συγκεκριμένες κινήσεις ή ακολουθίες. Τα ΤΕΠ που επιλέχθηκαν για την πλαισίωση της παρούσας έρευνας είναι τα ρομποτικά εργαλεία Power Puppy, Robodog, Glow and Go Bot και Coding Critters, τα οποία έχουν μορφή ζώου (σκύλος και χελώνα). Όλα τα παραπάνω ΤΕΠ είναι ζωόμορφα ρομπότ, των οποίων η εμφάνιση συντελεί στη διευκόλυνση και μεσολάβηση της αλληλεπίδρασης παιδιών και ενηλίκων στο πλαίσιο του παιχνιδιού, σύμφωνα με τις επισημάνσεις του Sung (2018).

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η επιλογή και η ανάλυση των ΤΕΠ. Τα δύο ΤΕΠ Power Puppy και Robodog είναι ρομπότ σε μορφή σκύλου, των οποίων οι κινήσεις προγραμματίζονται εξ αποστάσεως μέσω τηλεχειριστηρίου. Το τηλεχειριστήριο περιλαμβάνει πολύχρωμα πλήκτρα κατεύθυνσης, λειτουργίας και ιδιότητας, τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη να προγραμματίσει και να ελέγξει το ΤΕΠ. Αντίθετα, τα ΤΕΠ Glow and Go Bot (μορφή χελώνας) και Coding Critters (μορφή σκύλου) προγραμματίζονται απευθείας μέσω πλήκτρων που βρίσκονται στη διεπιφάνεια του σώματός τους. Τα πλήκτρα αυτά είναι χρωματιστά και υποστηρίζουν κατευθύνσεις και προσανατολισμό, επιτρέποντας την εκτέλεση μιας ακολουθίας κινήσεων. Σχετικά με την διεπιφάνεια του ΤΕΠ Glow and Go Bot, ως τεχνολογικά προσφερόμενες δυνατότητες διαθέτει τρία διαφορετικά είδη λειτουργιών (Mode I- λειτουργία χορού, Mode II: μεμονωμένες κινήσεις και Mode III: επιλογή και εκτέλεση έως δέκα εντολές). Αντίστοιχα, το ΤΕΠ Coding Critters διαθέτει τέσσερα πλήκτρα κατεύθυνσης, τα οποία έχουν διττή λειτουργία με τη χρήση "play mode" μετατρέπονται σε εντολές συμπεριφοράς (εντολή για τάισμα, εντολή για περιπολία, εντολή για χορό και εντολή για ύπνο). Όσον αφορά το ΤΕΠ Power Puppy μπορεί να προγραμματιστεί τόσο μέσω τηλεχειριστηρίου όσο και με τη χρήση αισθητήρα κίνησης. Το ΤΕΠ Robodog, από την άλλη, λειτουργεί επίσης με τηλεχειριστήριο, ενώ διαθέτει και ενσωματωμένο παιχνίδι ερωτήσεων, μέσω του οποίου ο χρήστης αλληλεπιδρά μαζί του. Τα δύο αυτά ΤΕΠ (Power Puppy και Robodog) βασίζονται στις αρχές της γλώσσας προγραμματισμού Logo, επιτρέποντας τον σχεδιασμό και την εκτέλεση εντολών σε ένα δάπεδο. Με τον τρόπο αυτό, παιδιά προσχολικής ηλικίας έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν έναν αλγόριθμο, να τον μεταφράσουν σε συμβολική και νοητική αναπαράσταση και να τον υλοποιήσουν μέσω του ΤΕΠ.

Η παρούσα έρευνα, συγκεκριμένα σχεδιάστηκε για τη μελέτη των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας για τις προσφερόμενες παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ και για την πραγματοποίησή της δημιουργήθηκε ένα φυσικό περιβάλλον με συγκεκριμένες προκλήσεις προς επίλυση στηριζόμενο στις αρχές ενός εποικοδομιστικού ενσώματου (embodied) περιβάλλοντος για την υποστήριξη παιδιών νηπιαγωγείου που αλληλεπιδρούν με ψηφιακές τεχνολογίες (Valente et al., 2021). Η δημιουργία ενός κονστρουκτιβιστικού περιβάλλοντος στο οποίο τα παιδιά μπορούν να δράσουν και να συνεργαστούν για να κατασκευάσουν μια σειρά ενεργειών που τους επιτρέπουν να επιλύσουν μια συγκεκριμένη πρόκληση, αποτελεί κίνητρο μάθησης για τα παιδιά. Σε αυτό το είδος περιβάλλοντος ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική η ενσάρκωση ρόλων για την υποστήριξη των παιδιών προσχολικής ηλικίας και την αλληλεπίδραση τους με ένα ΤΕΠ. Η αξιοποίηση της παιγνιώδους μάθησης με ρομποτικά εργαλεία, όπως τα ΤΕΠ, αποδεικνύεται ιδιαιτέρως αποτελεσματική στην καλλιέργεια δεξιοτήτων ακολουθίας, αλγοριθμικής σκέψης και πρόβλεψης αποτελέσματος. Όπως επισημαίνουν οι Papadakis, Kalogiannakis και Zaranis (2024), η ενσώματη αλληλεπίδραση παιδιών προσχολικής ηλικίας με ρομποτικά παιχνίδια προάγει την ενεργή μάθηση, ενισχύει την κινητική εμπλοκή και μετατρέπει αφηρημένες έννοιες του προγραμματισμού σε βιωματικές εμπειρίες. Η παιγνιώδης μάθηση αναγνωρίζεται ως ένα δυναμικό εργαλείο που μπορεί να ενισχύσει τη γνωστική, κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών. Οι Zosh et al. (2018), επισημαίνουν ότι μέσα από το παιχνίδι τα παιδιά μαθαίνουν να επιλύουν προβλήματα, να διαχειρίζονται συναισθήματα και να συνεργάζονται. Αντίστοιχα, οι Yu et al. (2024) και Huang et al. (2024), έδειξαν ότι όταν παιδιά προσχολικής ηλικίας συμμετέχουν σε οργανωμένες παιγνιώδεις δραστηριότητες, αναπτύσσουν δεξιότητες προσοχής, γλωσσικής κατανόησης και αριθμητικής σκέψης.

Αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα ζωόμορφα ρομπότ

Παρόλο που η μελέτη των νοητικών αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας είναι πλέον αρκετά υλοποιήσιμη, η βιβλιογραφική ανασκόπηση καλύπτει ένα αρκετό εύρος της περιοχής, χωρίς όμως να εξαντλεί την πληθώρα των ρομποτικών εργαλείων κάθε είδους και συγκεκριμένα των ζωόμορφων.

Συγκεκριμένα, σε αντίστοιχες έρευνες με ζωόμορφα ρομπότ όπως και στην παρούσα, οι Μισιρλή και Κόμης (2012), Μισιρλή (2016) και Misirli et al. (2021), χρησιμοποίησαν ατομικές συνεντεύξεις (πριν & μετά) και ατομικά σχέδια παιδιών με διαφορετικές ομάδες και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους στη διάρκεια μιας δεκαετίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ τα παιδιά μπορεί να αποδίδουν μια έμψυχη (ανιμιστική) ταυτότητα στο ρομπότ, διαμορφώνουν νοητικά μοντέλα - λεκτικά και απεικονιστικά - για την ιδιότητα, τη λειτουργία και το χειρισμό ενός προγραμματιζόμενου ρομπότ εδάφους μετά την εφαρμογή κατάλληλης διδακτικής παρέμβασης. Ακόμη, η έρευνα των Goldman και Poulin-Dubois (2024) αναφέρει ότι τα παιδιά αποδίδουν ψυχολογικές ιδιότητες στα ρομπότ, αλλά εξακολουθούν να τα ανθρωπομορφοποιούν. Είναι σημαντικό ότι ορισμένες έρευνες υποδηλώνουν ότι ο ανθρωπομορφισμός των κοινωνικών ρομπότ εξαρτάται, αρχικά, από τη μορφολογία τους και έπειτα, από τις ανθρώπινες συμπεριφορές τους. Στην έρευνά τους οι Mioduser και Kuperman (2020) υποστηρίζουν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται περισσότερο να εξηγήσουν τη συμπεριφορά ενός ρομπότ παρά να προγραμματίσουν μια τέτοια συμπεριφορά. Στην ίδια κατεύθυνση, σύμφωνα με τους Bhamjee et al. (2010) οι μαθητές δυσκολεύονται στην απόδοση ιδιότητας στα ρομπότ και στις λειτουργίες τους. Αντίθετα, οι Fortunati et al. (2015), αναφέρουν ότι τα παιδιά είναι σε θέση να αξιολογούν μέσω της φαντασίας τους, τη διαφορετικότητα των ρομπότ, λαμβάνοντας υπόψη τις μηχανικές και προγραμματιζόμενες κινήσεις τους, καθώς και την απουσία κοινωνικότητας σε σύγκριση με τα ανθρώπινα όντα. Βέβαια, αυτό μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση στην σκέψη τους λόγω της προηγμένης εξέλιξης των ανθρώπινων χαρακτηριστικών των ρομπότ.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που παρουσιάζεται παραπάνω, παρέχει ενδεικτικά στοιχεία σχετικά με τις νοητικές αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα ζωόμορφα ρομπότ. Συγκεκριμένα, το ερευνητικό κενό εντοπίζεται κυρίως στην ενσωμάτωση ενός πλαισιωμένου παιδαγωγικού σχεδιασμού που καλύπτει τις προσφερόμενες δυνατότητες των ΤΕΠ με σκοπό την εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών. Συνεπώς, η παρούσα έρευνα συμβάλλει στην κατανόηση των νοητικών αναπαραστάσεων που υπάρχουν στη σκέψη των παιδιών σχετικά με τη λειτουργία και το χειρισμό των ζωόμορφων ρομποτικών εργαλείων για τη μελέτη και την υλοποίηση μελλοντικών παιδαγωγικών σχεδιασμών με ενσωμάτωση της παιγνιώδους μάθησης.

Ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα ΤΕΠ της περίπτωσης ζωόμορφων ρομπότ, ώστε να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί ένας κατάλληλος παιδαγωγικός σχεδιασμός παιγνιώδους μάθησης. Η έρευνα επικεντρώθηκε στη συλλογή και ανάλυση των αρχικών και τελικών νοητικών αναπαραστάσεων πριν και μετά την υλοποίηση του πλαισίου παιγνιώδους μάθησης για τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ, ανάλογα με την ιδιότητα, τη λειτουργία και τον έλεγχο. Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν: (i) Ποιες είναι οι αρχικές και τελικές νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σε έναν παιγνιώδες παιδαγωγικό σχεδιασμό; και (ii) Αν παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα

στις δύο καταγραφές/μαθησιακές καταστάσεις (πριν και μετά την υλοποίηση του πλαισίου παιγνιώδους μάθησης και αν ναι πως ερμηνεύονται);

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα αποτελεί μία μελέτη περίπτωσης, η οποία ανήκει στο είδος του ποιοτικού ερευνητικού σχεδιασμού και δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να αποκαλύπτει πολλαπλούς μοναδικούς παράγοντες που αλληλεπιδρούν για το θέμα, προσφέροντας βαθιές γνώσεις (Yin, 2017). Για την υλοποίηση της μελέτης, σύμφωνα με την οργάνωση του προτεινόμενου παιδαγωγικού μοντέλου όπου η μάθηση αναπτύσσεται εξελικτικά με γνώμονα ένα παιγνιώδες πλαίσιο συναποφασισμένο από τα παιδιά και τον εκπαιδευτικό (Σακκά, κ.ά., 2023), σχεδιάστηκαν τέσσερις (04) μαθησιακές προκλήσεις ακολουθώντας τη διδακτική στρατηγική επίλυσης προβλήματος. Οι συναντήσεις ήταν δίωρες εβδομαδιαίες και υλοποιήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο για παιχνίδι στο οικογενειακό περιβάλλον των παιδιών κατά την περίοδο Απρίλιος 2024-Μάρτιος 2025. Πριν την έναρξη της διαδικασίας, οι γονείς ενημερώθηκαν αναλυτικά για τον σκοπό και το περιεχόμενο της έρευνας για τη συμμετοχή των παιδιών αλλά και για τη βιντεοσκόπηση των συναντήσεων, αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Τα προσωπικά δεδομένα και οι οπτικοακουστικές καταγραφές αξιοποιήθηκαν με τρόπο που διασφαλίζει την πλήρη ανωνυμία και εμπιστευτικότητα.

Αναλυτικότερα, αρχικά πραγματοποιήθηκε η ανίχνευση των νοητικών αναπαραστάσεων (pre-test) σχετικά με τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ, όπου υλοποιήθηκε ατομικά για το κάθε παιδί και περιλάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν τρεις άξονες, α) την ιδιότητα, β) τη λειτουργία και γ) τον έλεγχο του κάθε ΤΕΠ. Ο Piaget μέσω της θεωρίας του για την γνωστική ανάπτυξη, θεωρούσε ότι οι συνεντεύξεις με τα παιδιά λειτουργούν ως βασικός άξονας κατανόησης της σκέψης τους. Έτσι και στην παρούσα έρευνα οι ατομικές συνεντεύξεις υλοποιήθηκαν δύο φορές, "πριν" και "μετά" για να ελεγχθούν και να αξιολογηθούν οι απαντήσεις των παιδιών πριν και μετά την έρευνα (Piaget, 2005). Σύμφωνα με τους Mukherji και Albon (2015), η αξιολόγηση ενός σχεδίου δράσης "πριν" και "μετά" υλοποιείται για τον έλεγχο της επίδρασης της παρέμβασης σε μία ομάδα συμμετεχόντων. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η 1η συνάντηση παιχνιδιού μέσω παιχνιδιού προσποίησης, το οποίο δίνει βάση στην ελευθερία των παιδιών προκειμένου να δράσουν όπως τα ίδια επιθυμούν, καθώς και στον αυθόρμητο χαρακτήρα τους (Vygotsky, 1933, 1997). Συγκεκριμένα, υλοποιήθηκαν τα αρχικά προβλήματα προς επίλυση, τα οποία ήταν σχεδιασμένα για κάθε ΤΕΠ από τον εκπαιδευτικό και περιλάμβαναν 1) τη χρήση μίας αφηγηματικής εμπλοκής, ως μετάβαση από μία φανταστική δραστηριότητα, 2) τη χρήση παιγνιωδών υλικών και σκηνικών, 3) την εμπλοκή των μαθητών σε ρόλους επίλυσης προβλημάτων προγραμματισμού ανάλογα με τη λειτουργία του κάθε ΤΕΠ, 4) την εμπλοκή του εκπαιδευτικού ως 'συμπαίχτη' και τέλος 5) ερωτήσεις αναστοχαστικές με πρόταση ιδεών από τα παιδιά για τροποποίηση των προβλημάτων. Στη συνέχεια, υλοποιήθηκε η 2η συνάντηση παιχνιδιού που περιλάμβανε την επανάληψη της 1ης συνάντησης, αλλά με την υλοποίηση και επίλυση των τροποποιημένων προβλημάτων με ιδέες των παιδιών. Αφού ολοκληρώθηκαν οι δύο συναντήσεις παιχνιδιού, υλοποιήθηκαν οι τελικές συνεντεύξεις για την αποτίμηση των τελικών νοητικών αναπαραστάσεων (post-test) και της επεξεργασίας τους για την τελική αξιολόγηση των παιδιών σχετικά τις παιδαγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των ΤΕΠ.

Επιπλέον, για την ενσωμάτωση και χρήση των ΤΕΠ στις προκλήσεις παιχνιδιού, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των επιμέρους ΤΕΠ ανάλογα με τις προσφερόμενες τεχνολογικές και παιδαγωγικές τους δυνατότητες σύμφωνα με το μοντέλο της τεχνολογικής παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου TPACK, όπου οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν την

ανάγκη συνεχούς μάθησης και συνειδητοποίησης των διδακτικών δυνατοτήτων της τεχνολογίας και την κατανόηση της ανάπτυξης της ως εξατομικευμένης, συνεχιζόμενης διαδικασίας και όχι μιας τυποποιημένης διαδικασίας και ειδικά για εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας (Bueno et al., 2023· Tzavara et al., 2023). Σε αυτή τη φάση μελετήθηκε από την ερευνητική ομάδα ο τεχνολογικός λειτουργικός και εννοιολογικός εγγραμματισμός για την καταγραφή και παιδαγωγική αξιοποίηση των τεχνολογικών προσφερόμενων δυνατοτήτων.

Όσον αφορά το δείγμα της έρευνας, η επιλογή του για την διεξαγωγή της έρευνας δεν ήταν τυχαία ούτε αντιπροσωπευτική του γενικότερου πληθυσμού. Πρόκειται για ένα βολικό δείγμα αποτελούμενο από δύο (02) παιδιά (κορίτσια) ηλικίας 5 ετών. Η ποιοτική φύση της έρευνας εστιάζει στην ερμηνεία των εμπειριών και των συμπεριφορών των παιδιών, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις προφορικές διατυπώσεις τους, οι οποίες ανέδειξαν αποτελέσματα γνωστικής εξέλιξης. Ενδεικτικά, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων παιχνιδιού με το Coding Critters, στην αρχική φάση της παρέμβασης τα παιδιά δεν αναφέρονταν σε όλους τους δυνατούς τρόπους κίνησης του ρομπότ μέσω του τηλεχειριστηρίου, περιοριζόμενα σε απλές ή αποσπασματικές εντολές, όπως "για να παίξουμε". Σταδιακά, όμως, και με την ενεργή εμπλοκή τους, παρατηρήθηκε σημαντική πρόοδος, καθώς τα παιδιά άρχισαν να περιγράφουν με ακρίβεια και πληρότητα όλους τους πιθανούς τρόπους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το εξής: "Να κινείται, να μιλάει, να χορεύει, να τρώει και να κοιμάται το σκυλάκι", αφού κατά την 2η συνάντηση παιχνιδιού, το ένα παιδί προγραμμάτισε το σκυλάκι να φτάσει σπίτι του, και έπειτα ενεργοποίησε τη λειτουργία 'play mode', δείχνοντας κατανόηση των λειτουργιών, αλλά και του πλαισίου χρήσης τους μέσα στο σενάριο παιχνιδιού.

Ως μεταβλητές ορίστηκαν οι ερωτήσεις της ατομικής συνέντευξης που τέθηκαν στα παιδιά πριν και μετά την παρέμβαση (pre- και post-test). Οι ερωτήσεις αυτές σχετίζονταν με τις έννοιες της λειτουργίας, της ιδιότητας και του ελέγχου των ΤΕΠ. Για κάθε ΤΕΠ δημιουργήθηκαν αντίστοιχες μεταβλητές, οι οποίες οδήγησαν στη διαμόρφωση συγκεκριμένων ερωτήσεων που αξιοποιήθηκαν κατά τις ατομικές συνεντεύξεις με τα παιδιά. Ωστόσο, για την ανάλυση των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν να αξιολογηθούν οι κοινές μεταβλητές των τεσσάρων (04) ΤΕΠ, όπως καταγράφονται στον Πίνακα 1. Οι κατηγορικές τιμές οργανώθηκαν σε τέσσερις ομάδες, με σκοπό την καταγραφή του επιπέδου κατανόησης των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών: i) "Πλήρης αναπαράσταση" όπου περιλαμβάνονται απαντήσεις που καταδεικνύουν συγκροτημένο και αιτιολογημένο λόγο, με αναφορές σε τεχνικά χαρακτηριστικά, λειτουργίες και προγραμματιστικές δυνατότητες των ΤΕΠ, ii) "Μη πλήρης αναπαράσταση" όπου περιλαμβάνονται οι απαντήσεις που παρουσιάζουν μερική κατανόηση, συνήθως με αναφορές στο ζωόμορφο εξωτερικό μέρος του ΤΕΠ. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και οι απαντήσεις όπου το παιδί υπονοεί μια τεχνολογική λειτουργία χωρίς να την κατονομάζει, δημιουργώντας εννοιολογική ασάφεια ως προς τη φύση και τη λειτουργία του εργαλείου, iii) "Ελλιπής αναπαράσταση" όπου περιλαμβάνονται οι απαντήσεις που χαρακτηρίζονται από γνωστική ασάφεια. Το παιδί ενδέχεται να δίνει ασύνδετες περιγραφές, χωρίς αιτιολόγηση ή σύνδεση με την πραγματική λειτουργία του ΤΕΠ και iv) "Δεν ξέρω" όπου αναφέρεται στην απουσία απάντησης, λόγω άγνοιας ή αδυναμία επεξεργασίας της ερώτησης. Στον Πίνακα 1, όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζονται οι κοινές μεταβλητές των τεσσάρων (04) ΤΕΠ για τις ατομικές συνεντεύξεις ανίχνευσης και αποτίμησης, οι οποίες αφορούν στις έννοιες της ιδιότητας, της λειτουργίας και του ελέγχου των ΤΕΠ.

Πίνακας 1. Κατηγορικές μεταβλητές και τιμές

Κατηγορίες μεταβλητών	Κατηγορικές τιμές
Α. Ερωτήσεις που αφορούν την ιδιότητα των ΤΕΠ **Q1:** Τι νομίζεις ότι είναι αυτό το παιχνίδι; **Q6:** Τι νομίζεις ότι είναι ένα ρομπότ; **Β. Ερωτήσεις που αφορούν τη λειτουργία των ΤΕΠ** **Q2:** Τι μπορεί να κάνει; **Q3:** Πώς νομίζεις ότι θα αντιδράσει το ρομπότ αν πατήσουμε αυτό το πλήκτρο; (Κοινές/διττές λειτουργίες των πλήκτρων - πλήκτρα κατεύθυνσης) **Q5:** Πώς νομίζεις ότι θα κινηθεί το ρομπότ με αυτό το αντικείμενο; (συνοδευτικά υλικά ΤΕΠ, όπως τηλεχειριστήριο, τουβλάκια, καρτέλες) **Γ. Ερωτήσεις που αφορούν τον έλεγχο των ΤΕΠ** **Q4:** Πώς πιστεύεις ότι μπορεί να κινηθεί;	Πλήρης Αναπαράσταση Μη Πλήρης αναπαράσταση Ελλιπής αναπαράσταση Δεν ξέρω

Η μελέτη των αντιλήψεων των παιδιών για τα ΤΕΠ προσεγγίζεται μέσα από τη θεωρία των νοητικών αναπαραστάσεων, μέσω των οποίων τα παιδιά είναι σε θέση να ερμηνεύσουν τη λειτουργία των εργαλείων. Στο πλαίσιο αυτό, έχει σημασία να γίνει μια διάκριση ανάμεσα στο νοητικό μοντέλο, δηλαδή την προσωπική αναπαράσταση του παιδιού που ήδη κατέχει, και στο εννοιολογικό μοντέλο, το οποίο αποτελεί την επιστημονικά αποδεκτή ερμηνεία του τεχνολογικού αντικειμένου. Σύμφωνα με τον Κόμη (2019), τα νοητικά μοντέλα θεωρούνται υποκειμενικά και σχηματίζονται με βάση την εμπειρία, ενώ τα εννοιολογικά μοντέλα στοχεύουν στη συστηματική κατανόηση και μπορούν να οικοδομηθούν μέσω κατάλληλων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Η χρήση των ΤΕΠ προσφέρει την δυνατότητα της σταδιακής μετάβασης από τα αυθόρμητα νοητικά μοντέλα στα πιο επιστημονικά εννοιολογικά μοντέλα. Έτσι το παρόν άρθρο, εξετάζει πως τα παιδιά μεταβαίνουν από τις αρχικές, αυθόρμητες αντιλήψεις τους σε πιο συγκροτημένες, εννοιολογικές αντιλήψεις μέσω της χρήσης ΤΕΠ ενσωματωμένα σε παιδαγωγικό σχεδιασμό παιγνιώδους μάθησης.

Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των παιδαγωγικών και τεχνολογικών δυνατοτήτων των ΤΕΠ, διαμορφώθηκαν μεταβλητές που αφορούσαν τρεις βασικές διαστάσεις: ιδιότητα, λειτουργία και έλεγχο. Ο διαχωρισμός αυτός προέκυψε με βάση το περιεχόμενο των ερωτήσεων που τέθηκαν κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων. Συγκεκριμένα, οι μεταβλητές Q1 και Q6 αφορούσαν την ιδιότητα των ΤΕΠ, οι Q2, Q3 και Q5 τη λειτουργία τους, ενώ η Q4 αναφερόταν στον έλεγχο. Οι έννοιες που συνδέθηκαν με την ιδιότητα περιλάμβαναν την περιγραφή της μορφής κάθε ΤΕΠ και την κατανόηση της έννοιας του ρομπότ, ενώ στη λειτουργία περιλαμβάνονταν η χρήση των ενσωματωμένων πλήκτρων. Στην περίπτωση του ελέγχου, το ενδιαφέρον επικεντρωνόταν στον τρόπο χειρισμού της κίνησης του ρομπότ από το παιδί.

Αναφορικά με την περιγραφή της μορφής των ΤΕΠ (Q1), τα παιδιά αναγνώρισαν πιο εύκολα το Glow and Go Bot ως ρομπότ, αποδίδοντάς του χαρακτηρισμούς όπως "ρομπότ" ή "ρομπότ χελώνα" από την αρχή. Αντίθετα, στα άλλα τρία ΤΕΠ παρατηρήθηκε ότι οι αρχικές απαντήσεις των παιδιών ήταν συχνά ασαφείς ή εστιασμένες σε ζωομορφικά χαρακτηριστικά, όπως "σκύλος με περίεργα μάτια". Στις τελικές αναπαραστάσεις, παρατηρείται βελτίωση στις απαντήσεις, με τα παιδιά να περιγράφουν τα ΤΕΠ πιο στοχευμένα ως ρομπότ.

Σχετικά με τη μεταβλητή Q2, η οποία εξετάζει τη λειτουργία των ΤΕΠ, παρατηρείται ότι τα παιδιά αρχικά συσχέτισαν τη λειτουργία των ρομπότ με στοιχεία όπως οι ρόδες και οι μπαταρίες, παρακάμπτοντας ζωομορφικά χαρακτηριστικά (π.χ. "γαβγίζει" ή "τρέχει σαν

σκύλος"). Αντί αυτού, τα παιδιά περιέγραφαν λειτουργικές δυνατότητες, όπως "κινείται με τις ρόδες" ή "χορεύει".

Αναφορικά με τη μεταβλητή Q3, η οποία αφορά την περιγραφή της λειτουργίας των κοινών πλήκτρων και των πλήκτρων διττής λειτουργίας, διαπιστώθηκε ότι και στα τέσσερα ΤΕΠ υπήρχαν πλήκτρα κατεύθυνσης που σχετίζονται με τις χωρικές έννοιες "μπροστά" και "πίσω". Τα πλήκτρα διττής λειτουργίας, που αναλύονται στην παρούσα εργασία, αφορούν αποκλειστικά τα ΤΕΠ Coding Critters και Power Puppy. Στο Coding Critters, η διττή λειτουργία των πλήκτρων ενεργοποιείται όταν το παιδί πατήσει παρατεταμένα το πλήκτρο στη μύτη του ΤΕΠ για 2 δευτερόλεπτα, ενεργοποιώντας το play mode. Αντίστοιχα, στο Power Puppy εντοπίζονται πολλαπλά πλήκτρα διττής λειτουργίας, ωστόσο στην παρούσα ανάλυση εξετάζονται δύο, λόγω της πολυπλοκότητάς τους. Συγκεκριμένα, το πλήκτρο "μπροστά" διαθέτει και τη λειτουργία του "hand stand", ενώ το πλήκτρο "πίσω" συνδέεται και με τη λειτουργία του "push up". Και οι δύο λειτουργίες ενεργοποιούνται με παρατεταμένο πάτημα. Όσον αφορά τις απαντήσεις των παιδιών για την κατανόηση της λειτουργίας αυτών των πλήκτρων, παρατηρήθηκε ότι στα ΤΕΠ Glow and Go Bot και Power Puppy οι περισσότερες απαντήσεις, τόσο αρχικές όσο και τελικές, χαρακτηρίζονταν από πλήρη αναπαράσταση με σαφείς αναφορές στις έννοιες προσανατολισμού, όπως "θα πάει μπροστά". Αντιθέτως, στα Coding Critters και Robodog, οι αρχικές απαντήσεις περιλάμβαναν συχνά την τιμή "Μη πλήρης αναπαράσταση" ή "Δεν ξέρω", ενώ στη συνέχεια, μετά την εμπλοκή των παιδιών με τα ΤΕΠ, υπήρξε μετασχηματισμός των αναπαραστάσεών τους προς πιο ολοκληρωμένες και λειτουργικές περιγραφές. Σχετικά με τη διττή λειτουργία των πλήκτρων στα ΤΕΠ Power Puppy και Coding Critters, διαπιστώθηκε ότι οι σχετικές έννοιες (1η λειτουργία: έννοιες προσανατολισμού και 2η λειτουργία: έννοιες συμπεριφοράς) δεν είχαν ανιχνευθεί στις αρχικές αναπαραστάσεις των παιδιών. Οι συγκεκριμένες έννοιες οικοδομήθηκαν και υποστηρίχθηκαν σταδιακά κατά τη διάρκεια των συναντήσεων παιχνιδιού, μέσα από την αλληλεπίδραση των παιδιών με τα ΤΕΠ και την ενσωμάτωσή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Στις αρχικές αναπαραστάσεις, οι περισσότερες απαντήσεις των παιδιών στα συγκεκριμένα ΤΕΠ χαρακτηρίζονταν ως "Ελλιπής αναπαράσταση" ή "Δεν ξέρω", με επικέντρωση στην κύρια λειτουργία των πλήκτρων, όπως π.χ. "θα πάει μπροστά". Ωστόσο, κατά την τελική φάση, παρατηρήθηκε μετασχηματισμός των απαντήσεων, με το ένα από τα δύο παιδιά να αποδίδει και τη δεύτερη λειτουργία των πλήκτρων, υποδηλώνοντας την κατανόηση της πολυπλοκότητας τους. Ενδεικτικά, διατυπώθηκαν απαντήσεις όπως: "θα κοιμηθεί με αυτό το πλήκτρο" (για το Coding Critters) και "θα κάνει push up" (για το Power Puppy), που αντανακλούν κατανόηση της συμπεριφορικής λειτουργίας των πλήκτρων. Παρόλα αυτά, το ένα παιδί δεν συγκρότησε πλήρως τη σκέψη του γύρω από τη διττή λειτουργία, παραμένοντας στην απόδοση μόνο της μίας (κύριας) λειτουργίας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία συγκεχυμένων απαντήσεων στις τελικές αναπαραστάσεις.

Σχετικά με τη μεταβλητή Q4, η οποία αφορά την κίνηση του κάθε ΤΕΠ, διαπιστώθηκε ότι η τιμή "Μη πλήρης αναπαράσταση" κυριαρχεί στις αρχικές αναπαραστάσεις όλων των ΤΕΠ. Ωστόσο, κατά την τελική φάση των συναντήσεων, παρατηρείται μετασχηματισμός των αναπαραστάσεων, με τις περισσότερες να μετατρέπονται σε "Πλήρης αναπαράσταση". Αυτό οφείλεται στην κατανόηση της κίνησης των ΤΕΠ που επιτεύχθηκε μέσα από την παιγνιώδη μάθηση. Το ΤΕΠ που εξαιρείται από τον πλήρη μετασχηματισμό είναι το Robodog, λόγω του ότι δεν γίνεται πλήρη αναφορά όλων των πιθανών τρόπων κίνησης του από το ένα (01) παιδί. Η τιμή "Μη πλήρης αναπαράσταση" συγκεντρώνει το μεγαλύτερο πλήθος παιδιών στις αρχικές αναπαραστάσεις με ενδεικτικές απαντήσεις "έχει ροδάκια και μπορεί να κινηθεί", "με τα πόδια" κλπ.

Περνώντας στην μεταβλητή Q5, η οποία αφορά όλους τους πιθανούς τρόπους κίνησης των ΤΕΠ μέσω της χρήσης των συνοδευτικών τους αντικειμένων (τηλεχειριστήριο), παρατηρείται ότι τέτοιου είδους αντικείμενα διαθέτουν τα Power Puppy και Robodog. Και στα δύο ΤΕΠ στις αρχικές αναπαραστάσεις, τα παιδιά αναφέρουν περιορισμένες ενέργειες της χρήσης του τηλεχειριστηρίου, αναδεικνύοντας την τιμή "Μη πλήρης αναπαράσταση". Ενδεικτική απάντησή τους είναι "Για να παίξουμε". Όμως, υπάρχει μετασχηματισμός των νοητικών τους αναπαραστάσεων σε "Πλήρης αναπαράσταση", αναφέροντας λεπτομερώς σχεδόν όλες τις ενέργειες του τηλεχειριστηρίου έπειτα από τις συναντήσεις των ΤΕΠ.

Τέλος, αναφορικά με τη μεταβλητή Q6, αυτή χρησιμοποιήθηκε ποιοτικά, με στόχο να διερευνηθεί κατά πόσο τα παιδιά έχουν κατανοήσει την έννοια του "ρομπότ". Συγκεκριμένα, οι απαντήσεις των παιδιών έδειξαν ότι μπορούν να αντιληφθούν την έννοια του ρομπότ και να την συνδυάσουν με το έλεγχο του από τον άνθρωπο. Ενδεικτική απάντηση, είναι η εξής: "είναι ζώο και έχει κουμπιά που τα πατάμε και κάνει ότι του λέμε με το τηλεκοντρόλ του".

Συζήτηση-συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας εστιάζουν στην εξέλιξη των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών για τα ΤΕΠ Power Puppy, Robodog, Glow and Go Bot και Coding Critters. Παρατηρείται διαφοροποίηση στις απαντήσεις των παιδιών ανάμεσα στις δύο καταγραφές. Αυτό ερμηνεύεται λόγω της εμπλοκής των παιδιών σε ένα συνεχές παιγνιώδες παιδαγωγικό πλαίσιο που περιλαμβάνει επίλυση προβλημάτων των ΤΕΠ σχετικά με την ιδιότητα τους, τα πλήκτρα λειτουργίας τους και τον έλεγχο τους. Στις τελικές αναπαραστάσεις φαίνεται να λαμβάνουν την τιμή "Πλήρη αναπαράσταση" οι απαντήσεις των παιδιών, αφού τα παιδιά αυτά φαίνεται να έχουν σχηματίσει ολοκληρωμένη και συγκροτημένη γνώση για τα ΤΕΠ. Στην ενίσχυση της γνώσης των παιδιών συνέλαβαν οι προσφερόμενες δυνατοτήτων (τεχνολογικές και παιδαγωγικές) των ΤΕΠ. Αν και τα δύο παιδιά εξακολουθούν να αποδίδουν ανιμιστική ιδιότητα στα ΤΕΠ, αναφέρουν και χρησιμοποιούν ολοκληρωμένα τη διαδικασία προγραμματισμού για τον έλεγχο και το χειρισμό των πλήκτρων των ΤΕΠ με συνακόλουθη χρήση των λειτουργικών ορισμών τους. Η έρευνα έδειξε ότι οι απαντήσεις των παιδιών στα περισσότερα ΤΕΠ απέδιδαν στις αρχικές αναπαραστάσεις κυρίως την ζωόμορφη ταυτότητα τους, ενώ στις τελικές αναφέρονταν στην ακριβή ταυτότητά τους αλλά και στον έλεγχο και τη λειτουργία των ΤΕΠ. Το εύρημα αυτό είναι συνεπές με τα ευρήματα των Μισιρλή (2016) και Misirli, Nikolos & Komis (2021) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι μετά από διδακτική παρέμβαση τα παιδιά αναπτύσσουν νοητικά μοντέλα για τη λειτουργία και τον έλεγχο των ρομπότ. Αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων παιχνιδιού φάνηκε ότι τα παιδιά παρόλο που κατάφεραν να προγραμματίσουν τα ΤΕΠ, δυσκολεύτηκαν να εξηγήσουν την ανάλογη εκτέλεση της κίνησής του. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνονται και από τους Mioduser και Kuperman (2020), οι οποίοι εντόπισαν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται περισσότερο να εξηγήσουν τη συμπεριφορά ενός ρομπότ παρά να το προγραμματίσουν με μία τέτοια συμπεριφορά. Ένα ακόμα εύρημα της έρευνας που επιβεβαιώνεται με τους Goldman και Poulin-Dubois (2024) που εστιάζουν στις ψυχολογικές ιδιότητες που αποδίδουν τα παιδιά στα ρομπότ, είναι το γεγονός ότι τα παιδιά εξακολουθούσαν και στις δύο συναντήσεις παιχνιδιού να αποδίδουν έμψυχες ιδιότητες στα ΤΕΠ.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται αναγκαίο να αναφερθεί ότι στην παρούσα έρευνα εντοπίζονται ορισμένοι περιορισμοί. Συγκεκριμένα, ένας είναι ότι η χρήση του ρομποτικού εργαλείου PowerPuppy δεν ενδείκνυται για προσχολική ηλικία λόγω της πολυπλοκότητας των πλήκτρων του τηλεχειριστηρίου αλλά και της διττής τους χρήσης. Περνώντας στο ρομποτικό εργαλείο Robodog, παρατηρείται ότι οι δυνατότητες του είναι περιορισμένες με αποτέλεσμα

την δημιουργία συγκεχυμένων σκέψεων και απαντήσεων από τα παιδιά. Συγκεκριμένα, τείνουν να μπερδεύουν τα πλήκτρα προσανατολισμού με τις σύνηθες κινήσεις (δεξιά, αριστερά), λόγω του ότι το ρομπότ μπορεί να κινηθεί μόνο αργά / γρήγορα πίσω και μπροστά. Ένας ακόμη σημαντικός περιορισμός της παρούσας έρευνας αποτελεί το μικρό και μη αντιπροσωπευτικό δείγμα των δύο παιδιών, το οποίο δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων στον ευρύτερο πληθυσμό. Όπως επισημαίνει και ο Price (2014), η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των ερευνητικών συμπερασμάτων επηρεάζονται άμεσα από το μέγεθος και τη σύνθεση του δείγματος.

Επομένως, κρίνεται αναγκαία η μελλοντική εφαρμογή της έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό παιδιών, ώστε να ενισχυθεί η δυνατότητα γενίκευσης και να αυξηθεί η ερευνητική αξιοπιστία. Συμπερασματικά, κρίνεται αναγκαία η ένταξη και ο σχεδιασμός περισσότερων δραστηριοτήτων στο νέο πρόγραμμα σπουδών που αφορούν το διδακτικό μοντέλο της παιγνιώδους μάθησης μέσω της χρήσης ΤΕΠ. Μέσω του συγκεκριμένου μοντέλου, οι εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας θα έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν την τεχνολογική τους γνώση με τα νέα εργαλεία των ΤΕΠ και να εξελίξουν την παιδαγωγική γνώση και γνώση περιεχομένου με την προσέγγιση της παιγνιώδους μάθησης και του παιχνιδιού προσποίησης συνδέοντας τα με μαθησιακά και τα γνωστικά τους οφέλη, ενισχύοντας έτσι την ενεργή συμμετοχή των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία.

"Το ερευνητικό έργο με τίτλο Υπολογιστική Σκέψη, Προγραμματισμός, Τεχνητή Νοημοσύνη και Ρομποτική στην Ελληνική Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση υλοποιείται στο πλαίσιο της δράσης του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. "3η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για μέλη ΔΕΠ και Ερευνητές/τριες" (Αριθμός Έργου ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.: ΦΚ84015)"

Αναφορές

Bhamjee, S., Griffiths, F., & Palmer, J. (2011). Children's perception and interpretation of robots and robot behaviour. In L. D. Riek (Ed.), *Human-robot personal relationships: Proceedings of the Third International Conference, HRPR 2010* (Vol. 3, pp. 42-48). Springer.

Bueno, R., Niess, M. L., Aldemir Engin, R., Ballejo, C. C., & Lieban, D. (2023). Technological pedagogical content knowledge: Exploring new perspectives. *Australasian Journal of Educational Technology*, *39*(1), 88-105. https://doi.org/10.14742/ajet.7970.

Fortunati, L., Esposito, A., Sarrica, M., & Ferrin, G. (2015). Children's knowledge and imaginary about robots. *International Journal of Social Robotics*, *7*, 685-695.

Goldman, E. J., & Poulin-Dubois, D. (2024). Children's anthropomorphism of inanimate agents. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *15*(4), e1676.

Hatzigianni, M., Stephenson, T., Harrison, L. J., Waniganayake, M., Li, P., Barblett, L., & Irvine, S. (2023). The role of digital technologies in supporting quality improvement in Australian early childhood education and care settings. *International Journal of Child Care and Education Policy*, *17*(1), 5-23.

Huang, R., Wang, Y., & Zhou, X. (2024). Game-based learning in early childhood: A meta-analysis of cognitive and executive outcomes. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1307881.

Kory-Westlund, J. M., & Breazeal, C. (2019). A long-term study of young children's rapport, social emulation, and language learning with a peer-like robot playmate in preschool. *Frontiers in Robotics and AI*, *6*, 81.

Mioduser, D., & Kuperman, A. (2020). Young children's representational structures of robots' behaviors. *Design and Technology Education: An International Journal*, *25*(2), 143-159.

Misirli, A., Nikolos, D., & Komis, V. (2021). Investigating early childhood children's mental representations about the programmable floor robot Bee-Bot. *Mediterranean Journal of Education*, *1*(2), 223-231.

Mukherji, P. & Albon, D. (2015). Research methods in early childhood: An introductory guide. SAGE.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2024). Embodied and playful learning in preschool education: Teaching sequencing and programming with robot-based activities. *Education Sciences, 15*(7), 840. https://doi.org/10.3390/educsci15070840

Piaget, J. (2005). *Language and thought of the child* (Vol. 5, Selected works). Routledge.

Price, A. (2014). Single case studies as seeds: Brain models that matter. *International Journal of User-Driven Healthcare*, *4*(2), 43-50. https://doi.org/10.4018/IJUDH.2014040105.

Sung, J. (2018). How young children and their mothers experience two different types of toys: A traditional stuffed toy versus an animated digital toy. *Child & Youth Care Forum*, *47*, 233-257.

Tanaka, F., &Matsuzoe, S. (2012). Children teach a care-receiving robot to promote their learning: Field experiments in a classroom for vocabulary learning. *Journal of Human-Robot Interaction, 1*(1), 78-95.

Tzavara, A., & Komis, V. (2023). Investigating TPACK integration in the designing and implementation of educational activities using ICT by prospective early childhood teachers. In T. Bratitsis (Ed.), *Research on e-learning and ICT in education* (pp. 93-103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34291-2_6

Valente, J. A., Caceffo, R., Bonacin, R., dos Reis, J. C., Gonçalves, D. A., & Baranauskas, M. C. C. (2021). Embodied-based environment for kindergarten children: Revisiting constructionist ideas. *British Journal of Educational Technology*, *52*(3), 986-1003.

Vygotsky, L. S. (1933/1997). Το παιχνίδι και η ανάπτυξη των παιδιών. Στο Σ. Βοσνιάδου (Επιμ.) *Νους στην κοινωνία*. Gutenberg.

Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage.

Yu, J. H., Kim, E. Y., & Lee, G. (2024). A meta-analysis of the effectiveness of game-based learning in early childhood education. *Children, 11*(3), 245.

Zosh, J. M., Hirsh-Pasek, K., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Solis, S. L., & Whitebread, D. (2018). *Accessing the inaccessible: Redefining play as a spectrum*. *Frontiers in Psychology, 9*, 1124.

Γκότση, Χ., Σαρρή, Μ., Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2023). Εξέλιξη νοητικών αναπαραστάσεων για τους αισθητήρες εκπαιδευτικών ρομπότ: η περίπτωση του ρομπότ UARO. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής* (σσ. 80-89). ΕΤΠΕ.

Κόμης, Β. (2019). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ* (2η έκδ.). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Μισιρλή, Α. (2016). Εξέλιξη των γνωστικών αναπαραστάσεων των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα προγραμματιζόμενα ρομπότ. Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου* "οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση" (σσ. 695-704). ΕΤΠΕ.

Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 20-22). ΕΤΠΕ.

Σακκά, Μ., Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2023). Πλαίσιο σχεδιασμού παιγνιώδους μάθησης και αξιοποίησης τεχνολογικά ενισχυμένων παιχνιδιών: Εννοιολογικές και μεθοδολογικές προεκτάσεις. *Πρακτικά 13ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου* "οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση" (σσ. 136-145). ΕΤΠΕ.

Συστηματική Ανασκόπηση Εκπαιδευτικών Περιβαλλόντων Προγραμματισμού Προσχολικής και Πρώτης Σχολικής Ηλικίας

Σεβαστιάνα Δημητρακοπούλου, Αναστασία Μισιρλή, Βασίλης Κόμης
up1092418@ac.upatras.gr, amisirli@upatras.gr, komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην προσέγγιση εννοιών προγραμματισμού μέσω της αξιοποίησης εφαρμογών ως εκπαιδευτικά εργαλεία. Σκοπός της είναι να εντοπιστούν αρχικά οι εφαρμογές προγραμματισμού που απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας τριών έως έξι ετών (3-6), με τη διαδικασία της συστηματικής ανασκόπηση, που προτείνεται στο Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Στη συνέχεια, επιχειρείται ανάλυση του περιεχομένου των περιγραφών τους ως προς τις έννοιες (ΥΣ) που περιλαμβάνουν και εντοπίζονται πόσες και ποιες από αυτές εμφανίζονται στην καθεμία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν πως οι κατασκευαστές αναφέρουν συνήθως τρεις βασικές έννοιες και συχνότερα εμφανίζονται οι ακολουθίες, το υλικό/λογισμικό, οι βρόχοι, τα γεγονότα και οι αλγόριθμοι και σπανιότερα οι τελεστές, οι αναπαραστάσεις και ο παραλληλισμός. Μέσω της παρούσας έρευνας, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναγνωρίζουν ποιες ψηφιακές εφαρμογές τους εξυπηρετούν για τη διδασκαλία των εννοιών του προγραμματισμού που έχουν επιλέξει.

Λέξεις κλειδιά: έννοιες Υπολογιστικής Σκέψης, εφαρμογές προγραμματισμού, μάθηση βασισμένη σε παιχνίδια, προσχολική εκπαίδευση

Εισαγωγή

Η σχέση ανάμεσα στις έννοιες του προγραμματισμού και της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) συνεχίζει να είναι ένα θέμα υπό συζήτηση και διερεύνηση σύμφωνα με τους Macrides et al., 2021). Η ΥΣ παρουσιάζεται ως μία απαιτητικότερη διαδικασία και πιο εξειδικευμένη που περικλείεται στον προγραμματισμό (Voogt et al, 2015) και είναι απαραίτητη για να τον διδάξουμε. Μεταξύ άλλων ορισμών, οι Ching et al (2018) και οι Smith και Angeli (2019) την προσεγγίζουν ως μία πολλαπλά εφαρμόσιμη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, μέρος της οποίας είναι ο προσδιορισμός του προβλήματος, η διερεύνηση και αναπαράσταση των δεδομένων και η εύρεση και αξιολόγηση των πιθανών λύσεων. Ως προγραμματισμό αναφέρουν τη δημιουργική διαδικασία δόμησης ενός αλγόριθμου για την εύρεση λύσης σε ένα πρόβλημα που εξασκεί και προωθεί παράλληλα την ΥΣ των παιδιών. Για μία αποτελεσματική προσέγγισή του στην προσχολική εκπαίδευση, οι Macrides et al. (2021) τονίζουν τη σημασία επιλογής κατάλληλων στρατηγικών και τεχνολογιών.

Μία εκπαιδευτική προσέγγιση που συνδυάζεται με τον προγραμματισμό και ενισχύει την επιθυμία ενασχόλησης των παιδιών με αυτόν, είναι η μάθηση μέσω του παιχνιδιού. Σύμφωνα με τους Ding και Yu, (2024), πρόκειται για μία καθοδηγητική μέθοδο με κέντρο τα παιχνίδια με εκπαιδευτικό περιεχόμενο και στόχους που σχετίζονται με τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Όπως υποστηρίζει η Kekeri (2008), τα εκπαιδευτικά παιχνίδια ενδείκνυται για την προσέγγιση και την εκμάθηση των αρχών του και την καλύτερη κατανόησή του μέσω της ενασχόλησης με αυτόν. Αυτό συμβαίνει διότι τα παιδιά εμπλέκονται σε εξελικτικές διαδικασίες με ροή, αναπτύσσουν ικανότητες επίλυσης προβλημάτων και μεταγνωστικές ικανότητες. Ως αποτέλεσμα, έρχονται σε επαφή με διαδικασίες που προσεγγίζουν προγραμματιστικές έννοιες, έτσι ώστε να μεταβάλλεται ο τρόπος που τις

αντιλαμβάνονται και να βελτιώνεται η εφαρμογή τους (Κονδρούδη και Μπράτιτσης, 2016). Χαρακτηριστικά των παιχνιδιών όπως οι στόχοι, οι κανόνες, η αλληλεπίδραση με δυναμικό περιβάλλον (Boller & Kapp, 2017, ως αναφέρεται στο Ding & Yu, 2024), οι προκλήσεις, η ανάληψη ρόλων, η επιβράβευση και η δυνατότητα να δημιουργούν περιεχόμενο, εμπλεκόμενα σε δημιουργικές και τεχνικές διαδικασίες, εξυπηρετούν αυτόν τον στόχο.

Με αφορμή την εμφάνιση νέων τεχνολογικών εργαλείων παρατηρείται η συχνή και εκτεταμένη χρήση των ψηφιακών παιχνιδιών από τα παιδιά όλων των ηλικιών. Σύμφωνα με τον ορισμό των Kirriemuir και McFarlane (2003), ως ψηφιακό παιχνίδι (digital game) ορίζεται "οποιοδήποτε παιχνίδι παίζεται με τη χρήση ηλεκτρονικής συσκευής, όπως: ηλεκτρονικός υπολογιστής, κινητό τηλέφωνο, ταμπλέτα, κονσόλα παιχνιδιών". Ιδιαίτερα μετά την έλευση των τάμπλετ, από τις μικρότερες κιόλας ηλικίες, περισσότερα παιδιά έχουν πρόσβαση σε ποικίλο διαδικτυακό περιεχόμενο, όπως εφαρμογές, ιστοσελίδες και παιχνίδια (Danby et al., 2013· Davidson et al., 2014· Verenikina & Kervin, 2011). Αυτή η προϋπάρχουσα εμπειρία των παιδιών έχει σημασία να αξιοποιηθεί καθώς σύμφωνα με έρευνες, τα ψηφιακά παιχνίδια εντείνουν τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα (Marsh et al., 2020) και παρέχουν ισχυρά κίνητρα για συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία, που αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχία της. Αναφορικά με τη διδασκαλία των ΤΠΕ, έχει παρατηρηθεί πως τα ψηφιακά παιχνίδια συντελούν στην κατανόηση των δομών προγραμματισμού και των διαδικασιών τους, όπως η είσοδος δεδομένων, η παρατήρηση της επεξεργασίας τους υπό όρους, η τροποποίησή τους και η εξαγωγή πληροφοριών στο τέλος, με οπτική ή ακουστική μορφή (Δούκα, 2019). Είναι ακόμα σημαντικό να αναφερθεί πως σύμφωνα με τις βασικές αρχές μάθησης της Βοσνιάδου (2002), τα ψηφιακά παιχνίδια υποστηρίζουν την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες με νόημα, τις αλληλεπιδράσεις, τον μετασχηματισμό και την προσαρμογή των πρότερων γνώσεων στις νέες, την ανάπτυξη και την εξάσκηση στρατηγικών και την εμπλοκή σε αναστοχαστικές διαδικασίες.

Συμπερασματικά, φαίνεται πως η διδασκαλία του προγραμματισμού είναι σημαντικό να εισάγεται στην εκπαίδευση από πολύ νωρίς, ήδη από την προσχολική ηλικία. Η βιβλιογραφία αποδεικνύει πως τα παιδιά αυτής της ηλικιακής ομάδας έχουν τη δυνατότητα να κατακτήσουν έννοιες προγραμματισμού μέσω σωστά οργανωμένων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που αξιοποιούν κατάλληλες στρατηγικές και μέσα. Η μάθηση μέσω του παιχνιδιού για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και τα ψηφιακά παιχνίδια αποδεικνύονται αποτελεσματικές προσεγγίσεις που ενδείκνυται να αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς.

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να ερευνήσει ποιες από τις έννοιες ΥΣ εντοπίζονται στις εφαρμογές προγραμματισμού που απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (3 έως και 6 ετών). Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι:

1. ποιες έννοιες ΥΣ εμφανίζονται στις περιγραφές των εφαρμογών σύμφωνα με τους σχεδιαστές τους; και
2. ποια είναι η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται οι έννοιες ΥΣ στις εφαρμογές;

Μεθοδολογία

Κριτήρια επιλεξιμότητας-αποκλεισμού

Το πρώτο βήμα της έρευνας ήταν η αναζήτηση και η εύρεση εφαρμογών προγραμματισμού. Για τον εντοπισμό συμβατών και σχετικών αποτελεσμάτων με τον σκοπό της ανασκόπησης, εφαρμόστηκαν σχετικά κριτήρια επιλεξιμότητας και αποκλεισμού, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κριτήρια επιλεξιμότητας και αποκλεισμού εγγραφών

Κριτήρια επιλεξιμότητας	Κριτήρια αποκλεισμού
ΚΕ1 Συμπεριλαμβάνονται μόνο εγγραφές, των οποίων η μαθησιακή περιοχή είναι η ρομποτική και ο προγραμματισμός.	ΚΑ1 Αποκλείονται οι εγγραφές που το περιεχόμενό τους είναι άσχετο με το μαθησιακό αντικείμενο που εξετάζεται.
ΚΕ2 Συμπεριλαμβάνονται εγγραφές που είναι διαθέσιμες στη βάση δεδομένων Google Play Store.	ΚΑ2 Αποκλείονται οι εφαρμογές που απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας μικρότερης των 3 ετών και μεγαλύτερης των 6 ετών.
ΚΕ3 Συμπεριλαμβάνονται εγγραφές που απευθύνονται στις ηλικίες 3 έως 6 ετών.	ΚΑ3 Αποκλείονται οι εφαρμογές, στις οποίες δεν αναφέρεται ακριβής ηλικία χρηστών ή γενικότερα η ηλικία των παιδιών στα οποία απευθύνεται.
ΚΕ4 Συμπεριλαμβάνονται μόνο δωρεάν εγγραφές και με περιεχόμενο επί πληρωμή.	ΚΑ4. Αποκλείονται οι εφαρμογές που η λήψη τους είναι επί πληρωμή.
ΚΕ5 Συμπεριλαμβάνονται εγγραφές που είναι διαθέσιμες στην ελληνική και αγγλική γλώσσα.	
ΚΕ6 Συμπεριλαμβάνονται εγγραφές που συνδέονται προαιρετικά με συσκευές ρομπότ μέσω Bluetooth	
ΚΕ7 Συμπεριλαμβάνονται εγγραφές που είναι προαιρετικά διαθέσιμες για λήψη σε υπολογιστή	

Στρατηγική αναζήτησης έρευνας

Ο εντοπισμός, η συλλογή και η αξιολόγηση των εφαρμογών προγραμματισμού που απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας έγινε με τη διαδικασία της συστηματικής επισκόπησης που προτείνεται στο PRISMA (Page et al., 2021). Σκοπός ήταν να εξασφαλιστεί η συνέπεια, η εγκυρότητα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που προέκυψαν. Παρακάτω παρατίθεται διάγραμμα ροής (Σχήμα 1) που είναι σύμφωνο με τις υποδείξεις της μεθόδου PRISMA 2020 και παρουσιάζει συνοπτικά τις φάσεις ανασκόπησης του περιεχομένου των εγγραφών και τα κριτήρια επιλεξιμότητας και αποκλεισμού που χρησιμοποιήθηκαν.

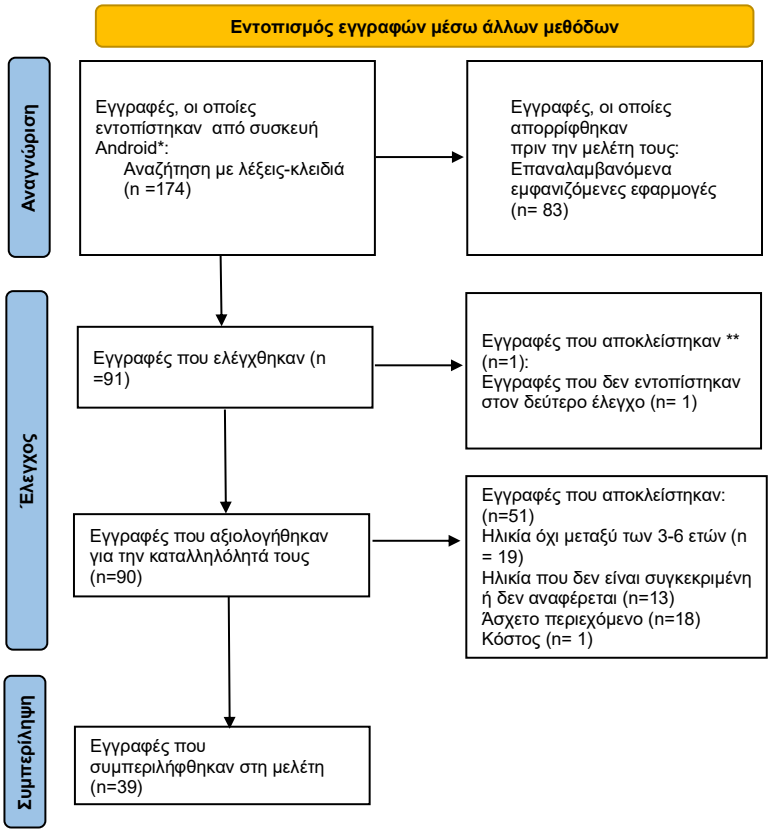
Για τον εντοπισμό των προγραμματιστικών περιβαλλόντων έγινε αναζήτηση στη βάση δεδομένων του Google Play Store. Η πρώτη αναζήτηση πραγματοποιήθηκε την περίοδο Αύγουστο-Σεπτέμβριο 2024 και συλλέχθηκαν 174 αποτελέσματα με τη χρήση των στρατηγικών αναζήτησης: "coding app* AND preschool age", "coding app* AND early childhood", "coding app* AND kindergarten", "programming AND preschool age", "programming AND early childhood", "programming AND kindergarten", "robot programming AND preschool age", "robot programming AND early childhood" και "robot programming AND kindergarten" (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Στρατηγικές που αξιοποιήθηκαν κατά την αναζήτηση των εγγραφών

Θέμα	Λέξεις κλειδιά
Προγραμματισμός	"coding" OR "programming" OR "robot programming"
	AND

Βαθμίδα εκπαίδευσης	"preschool*" OR "kindergarten*" OR "early childhood"

Τα 174 αποτελέσματα που προέκυψαν καταγράφηκαν σε πίνακα και διασταυρώθηκαν μεταξύ τους, ώστε να εντοπιστούν οι διπλοεγγραφές. Εντοπίστηκαν συνολικά 83 επαναλαμβανόμενα εμφανιζόμενες εφαρμογές. Κατά τον δεύτερο επανέλεγχο, την περίοδο Δεκεμβρίου 2024, από τις 91 που απέμειναν παρατηρήθηκε πως μία μόνο εφαρμογή, η Gizmos και Gadgets, 2nd Edition, δεν ήταν πλέον διαθέσιμη στο λειτουργικό Android και αποκλείστηκε. Συγκεκριμένα, δεκαοχτώ (18) από τα αποτελεσμάτων των αναζητήσεων είχαν περιεχόμενο διαφορετικό από τον προγραμματισμό και δεκαεννέα (19) απευθύνονταν σε παιδιά ηλικίας μικρότερης των 3 ετών ή μεγαλύτερης των 6 ετών. Επιπλέον, δεκατρείς (13) εγγραφές αποκλείστηκαν καθώς δεν ανέφεραν ηλικία ή αναφερόταν πιο γενικά στην ομάδα στόχο ως "παιδιά". Μια (01) εφαρμογή (Robotics Engineering Pro) απαιτούσε πληρωμή και αποκλείστηκε. Σε πενήντα μία (51) από τις εγγραφές, ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν, εμφανίζονται ταυτόχρονα. Συνεπώς, προέκυψαν τριάντα εννιά (39) εφαρμογές συνεπείς στα κριτήρια επιλεξιμότητας και αποκλεισμού.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής PRISMA 2020

Αποτελέσματα

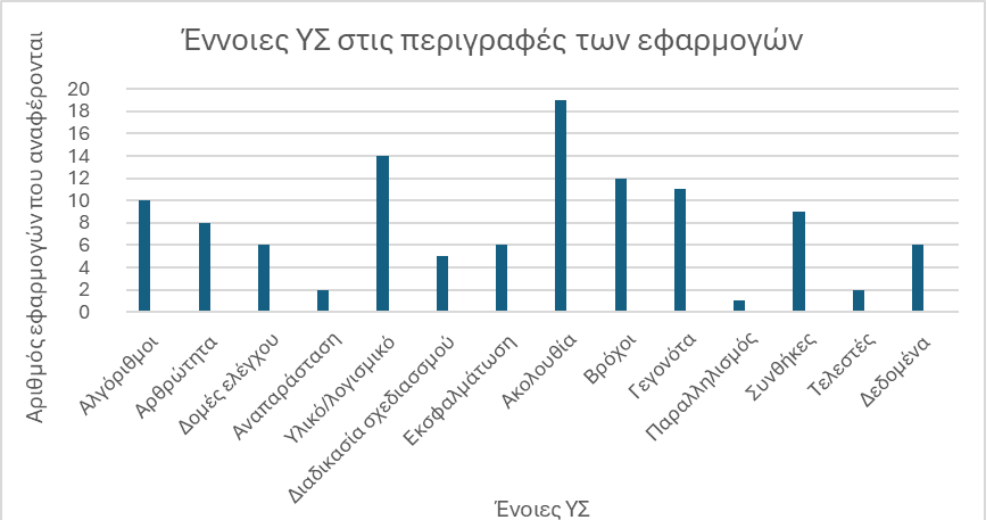
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων βασίστηκε στο πλαίσιο που αναπτύξαμε λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο προγραμματιστικών εννοιών για την ανάπτυξη της ΥΣ που προτείνουν οι Ruskin et al. (2020) και οι Terzopoulos et al. (2021). Το TechCheck (Ruskin et al., 2020) αποτελεί ένα πλαίσιο ανάλυσης που αναπτύχθηκε με σκοπό να καλύψει την ανάγκη για αξιολόγηση του επιπέδου ΥΣ των παιδιών προσχολικής ηλικίας με εύκολο και αποτελεσματικό τρόπο. Γι' αυτόν τον λόγο αποτελεί μάλιστα, ένα εργαλείο κατάλληλο να εφαρμοστεί για ερευνητικούς σκοπούς και σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Περιλαμβάνει τις εφτά (7) ισχυρές ιδέες που πρότεινε η Bers (2008) βασισμένη στις ιδέες του Papert, οι οποίες είναι οι αλγόριθμοι (algorithms), οι δομές ελέγχου (control structures), η αναπαράσταση (representation), το υλικό/λογισμικό (hardware/software), η διαδικασία σχεδιασμού (design process), η εκσφαλμάτωση (debugging) και η αρθρώτητα (modularity). Σύμφωνα με την Bers (2008), ως αλγόριθμος ορίζεται η ακολουθία βημάτων, η διάταξη δηλαδή πραγμάτων σε σειρά ή λογική οργάνωση για την επίλυση ενός προβλήματος και ως δομή ελέγχου η σειρά εκτέλεσης των εντολών και διαδικασίες όπως επαναλήψεις, βρόχοι, συνθήκες και αίτια και αποτελέσματα. Επιπλέον, η έννοια της αναπαράστασης αναφέρεται στην αποθήκευση και τον χειρισμό δεδομένων με διάφορους τρόπους όπως γράμματα, αριθμούς ή εντολές. Ως υλικό/λογισμικό ορίζεται η αναγνώριση των έξυπνων συσκευών από τα παιδιά ως ανθρώπινες κατασκευές, χρήσιμες για τη διαχείριση των υπολογιστικών συστημάτων (Bers, 2008) και ως διαδικασία σχεδιασμού, η κατανόηση της κυκλικής φύσης της δημιουργικής Μαδιαδικασίας ανάπτυξης προγραμμάτων (Ertas & Jones, 1996). Τέλος, η εκσφαλμάτωση περιλαμβάνει τις διαδικασίες ανίχνευσης και αντιμετώπισης των λαθών και η αρθρώτητα είναι σύμφωνα με τη Bers (2008) ο κατακερματισμός μεγάλων εργασιών σε μικρότερα μέρη ή οδηγίες που συνδυάζονται και δημιουργούν πιο σύνθετες διαδικασίες.

Αντίστοιχα, οι Terzopoulos et al. (2021) αναφέρονται στη μελέτη τους, στις έννοιες της ακολουθίας (sequence) ως την σειρά των απαραίτητων για την ολοκλήρωση ενός σκοπού βημάτων, των βρόχων (loops), δηλαδή της επαναλαμβανόμενης εκτέλεσης μίας συγκεκριμένης ακολουθίας, των γεγονότων (events) κατά τα οποία κάποιο συμβάν προκαλεί την εμφάνιση ενός άλλου καθώς και του παραλληλισμού (parallelism) που εκδηλώνεται όταν διαφορετικές εντολές εμφανίζονται ταυτόχρονα. Επίσης, οι υπόλοιπες έννοιες στις οποίες κάνουν αναφορά είναι οι συνθήκες ή δομές επιλογής (conditionals) που ορίζονται ως οι συνθήκες με τις οποίες λαμβάνεται μία απόφαση, οι τελεστές (operators) που υποστηρίζουν μαθηματικές, λογικές και αλφαριθμητικές εκφράσεις και τα δεδομένα (data) που αναφέρονται στη διατήρηση, την απόκτηση και την ανανέωση διαφόρων τιμών.

Συγκρίνοντας τα δύο εργαλεία προκύπτει πως οι έννοιες δεν συμπίπτουν στον τρόπο αναφοράς τους ή στο περιεχόμενο τους. Παρατηρείται ωστόσο πως το πλαίσιο ανάλυσης που προτείνεται από τους Terzopoulos et al. (2021) είναι πιο συγκεκριμένο και ορισμένες έννοιές του εμπερικλείονται από αυτές που αναφέρονται στο TechCheck. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους λειτουργικούς ορισμούς που προτείνει η Bers, ο αλγόριθμος εμπερικλείει την έννοια της ακολουθίας που περιλαμβάνει το άλλο εργαλείο. Επιπρόσθετα, η δομή ελέγχου περιλαμβάνει τους βρόχους (επαναλήψεις) και τα γεγονότα (αίτιο-αποτέλεσμα). Συνεπώς για τη συγκεκριμένη μελέτη δημιουργήσαμε ένα πλαίσιο ανάλυσης που αξιοποιήθηκε για την αποτύπωση (industrial mapping) των εννοιών ΥΣ όπως προκύπτει από τα δύο πλαίσια που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Σύμφωνα με το νέο πλαίσιο αναλύθηκε το περιεχόμενο της περιγραφής των τριάντα εννέα (39) εφαρμογών που επιλέχθηκαν στην πλατφόρμα Play Store.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, προέκυψε πως οι πέντε (5) συχνότερες αναφορές αφορούσαν τις έννοιες της ακολουθίας (19/29 εφαρμογές), του υλικού/λογισμικού (14/39), των βρόχων (12/39), των γεγονότων (11/39) και του αλγόριθμου (10/39). Αντίθετα, λιγότερο συχνά

αναφερόμενες ήταν αυτές των τελεστών και των αναπαραστάσεων με συχνότητα εμφάνισης δύο (2) και του παραλληλισμού που εντοπίστηκε μόνο στην εφαρμογή Bekids Coding-Code Games, ως "προγράμματα πολλαπλών αντικειμένων". Ολοκληρώνοντας, αξίζει να σημειωθεί πως οι περιγραφές που παρείχε το περιβάλλον λήψης της Code Karts και της Code Quest, ήταν πολύ σύντομες και ελλιπείς με αποτέλεσμα να μην παρέχουν πληροφορίες για το περιεχόμενό τους και τις έννοιες που περιλαμβάνουν.



Σχήμα 2. Έννοιες ΥΣ στις περιγραφές των εφαρμογών

Αναλυτικότερα, στον σύνδεσμο https://osf.io/azc53/?view_only παρατίθενται αρχικά πίνακας με τίτλο "Thirty-nine records meeting the eligibility criteria" που περιλαμβάνει πληροφορίες των κατασκευαστών σχετικά με τις 39 εφαρμογές που τηρούν τα κριτήρια επιλεξιμότητας. Επιπλέον, διαβάζοντας τον πίνακα "Content analysis results of application descriptions" οριζόντια, αναδεικνύονται οι έννοιες ΥΣ που περιλαμβάνει καθεμία από τις τριάντα εννέα (39) εφαρμογές στην περιγραφή που παρέχει το Google Play Store. Από την ανάλυση του περιεχομένου της, προκύπτει πως η Tynker (A/A 38) υποστηρίζει τις περισσότερες από τις έννοιες που προτείνονται από την Bers (2008) και τους Terzopoulos et al. (2021). Συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται οι αλγόριθμοι, η αρθρώτητα, η διαδικασία σχεδιασμού, η εκσφαλμάτωση, η ακολουθία, οι βρόχοι, οι συνθήκες και οι τελεστές. Σχετικά με την αρθρώτητα και τις συνθήκες σημειώνεται πως διαθέτει στις λειτουργίες της "δηλώσεις υπό όρους" και συναρτήσεις, ενώ σχετικά με τη διαδικασία σχεδιασμού αναφέρεται πως δίνονται οι δυνατότητες στα παιδιά "να σχεδιάζουν παιχνίδια", "να δημιουργούν εφαρμογές" και έργα. Συμπληρωματικά, σύμφωνα με την περιγραφή της, περιλαμβάνει τον εντοπισμό σφαλμάτων που ανήκει στην έννοια της εκσφαλμάτωσης και αλληλουχίες που αντιστοιχήθηκε με την έννοια της ακολουθίας. Οχτώ από τις δεκατέσσερεις υπολογιστικές έννοιες εντοπίζονται και στην παρεχόμενη περιγραφή της εφαρμογής Robotizen KidLearn Coding Bio (A/A 30). Πιο συγκεκριμένα, εντοπίζονται οι αλγόριθμοι, οι υποθέσεις που εκπροσωπούν την έννοια της αρθρώτητας και οι συνθήκες, η χρήση από τα παιδιά σχεδίων για πιο αποδοτικό κώδικα (διαδικασία σχεδιασμού), ο εντοπισμός σφαλμάτων μέσω δοκιμής και λάθους (εκσφαλμάτωση), η ακολουθία, οι βρόχοι και τα γεγονότα. Τέλος, για την

εφαρμογή Cyber Talk (A/A 14) βρέθηκαν οι μισές από τις έννοιες που ερευνώνται και είναι η αρθρώτητα με τη μορφή συνθηκών, οι δομές ελέγχου με τους κύκλους, το υλικό/λογισμικό διότι υποστηρίζεται η επικοινωνία με ρομπότ, η ακολουθία, τα γεγονότα που αναφέρονται ως διαδικασίες, οι συνθήκες και τα δεδομένα με τη μορφή ηχητικών μηνυμάτων. Ο μέσος όρος του αριθμού των εννοιών που χρησιμοποιούν οι κατασκευαστές, υπολογίστηκε από το σύνολό τους σε κάθε εφαρμογή, με τη χρήση συνάρτησης. Προέκυψε πως εμφανίζονται κατά μέσο όρο τρεις (3) έννοιες που αναφέρονται συχνά ως τα βασικά του προγραμματισμού (basics of coding) και περιλαμβάνουν τους βρόχους, τα γεγονότα και τις συνθήκες.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Από την ανάλυση περιεχομένου των 39 εφαρμογών προκύπτει συχνή παρουσία εννοιών ΥΣ όπως η ακολουθία, ο αλγόριθμος, οι συνθήκες και η εκσφαλμάτωση. Επομένως, επιβεβαιώνεται σύμφωνα με τη Δούκα (2019) πως τα ψηφιακά παιχνίδια ωφελούν την κατανόηση των δομών και διαδικασιών του προγραμματισμού, όπως η εισαγωγή δεδομένων κατά τη δημιουργία ακολουθίας και η επεξεργασία τους υπό όρους κατά τη δημιουργία συνθηκών. Επιβεβαιώνεται επίσης και η θεωρία της Βοσνιάδου (2002) πως τα ψηφιακά παιχνίδια βασίζονται σε βασικές αρχές μάθησης, καθώς εισάγοντας δεδομένα στον αλγόριθμο, αναπτύσσονται στρατηγικές επίλυσης προβλήματος και εκσφαλματώνοντας, αναστοχαστικές διαδικασίες.

Η σημασία του προγραμματισμού και της ΥΣ ως δεξιότητες του 21ου αιώνα, αναδεικνύεται και από το γεγονός πως εισάγονται στο πρόγραμμα σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης του 2022 (Πεντέρη κ.α., 2022). Είναι απαραίτητο λοιπόν, οι εκπαιδευτικοί να διαθέτουν τεχνολογική γνώση και γνώση περιεχομένου ώστε η αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία να υπερβαίνει την απλή χρήση τους για διοικητικούς ή προσωπικούς σκοπούς (Jimoyiannis & Komis, 2006· Mwalongo, 2011· Russel et al., 2003· Zhao & Bryant, 2006, όπως αναφέρεται στο Τζαβάρα κ.ά., 2018). Στο πλαίσιο αυτό, οι Mishra και Koehler (2006, όπως αναφέρεται στο Altun, 2019) διαμόρφωσαν το θεωρητικό μοντέλο Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (TPACK), το οποίο περιγράφει τις απαιτούμενες επαγγελματικές δεξιότητες για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Για την υλοποίηση δραστηριοτήτων με στόχο τη διδασκαλία των παραπάνω εννοιών ΥΣ μπορεί να αξιοποιηθεί μεταξύ άλλων η στρατηγική της μάθησης μέσω του παιχνιδιού, για το πλήθος των διαθέσιμων εφαρμογών προγραμματισμού. Όπως προέκυψε οι περισσότερες εφαρμογές υποστηρίζουν αρκετές υπολογιστικές έννοιες με συχνότερες αυτές των ακολουθιών, του υλικού/λογισμικού, των βρόχων, των γεγονότων και του αλγόριθμου. Αν και εμφανίζονταν λιγότερο συχνά, οι τελεστές, οι αναπαραστάσεις και ο παραλληλισμός μπορούν επίσης να προσεγγιστούν μέσω ορισμένων από αυτά. Η παραπάνω διαπίστωση επιβεβαιώνεται από την ανάλυση του περιεχομένου των προγραμματιστικών περιβαλλόντων που παρέχει το Google Play Store για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.

Ολοκληρώνοντας, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ένας περιορισμός της έρευνας είναι πως δεν εντοπίστηκε βιβλιογραφία σχετική με την εφαρμογή και την ενσωμάτωση των τριάντα εννέα (39) εφαρμογών σε παιδαγωγικούς σχεδιασμούς. Επιπλέον, η έρευνα αφορά τη χρήση μόνο του Google Play Store ως βάση δεδομένων και τη χρήση συγκεκριμένων στρατηγικών αναζήτησης. Ένας ακόμη περιορισμός είναι πως αποκλείστηκαν δεκατρείς (13) εγγραφές για τις οποίες η πλατφόρμα δεν ανέφερε την ηλικία των παιδιών στα οποία απευθύνεται ή χρησιμοποιούσε γενικούς όρους όπως "παιδιά", "για προνηπιακή, προσχολική και νηπιακή ηλικία". Εν κατακλείδι, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση του περιεχομένου των τριάντα εννέα (39) εγγραφών που πληρούσαν τα κριτήρια με αναφορά στις συγκεκριμένες δεκατέσσερεις (14) έννοιες των δύο πλαισίων ανάλυσης που παρουσιάστηκαν.

Συνεπώς, μελλοντικές έρευνες μπορούν να αξιοποιήσουν το συγκεκριμένο πλαίσιο ανάλυσης για την εξέταση του περιεχομένου των εφαρμογών προγραμματισμού που διατίθενται στο App Store. Κάποιες ακόμα ενδιαφέρουσες μελλοντικές προεκτάσεις είναι η ένταξη και των επί πληρωμή σχετικών εφαρμογών που διαθέτει το Google Play Store και ο πρακτικός έλεγχός τους για τον εντοπισμό των εννοιών ΥΣ στο περιβάλλον τους. Τέλος, απαιτείται μελλοντική έρευνα για την ενσωμάτωση και εφαρμογή τους σε κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό καθώς και αναζήτηση ερευνητικών δεδομένων από επιστημονικά άρθρα εφαρμογής στην τάξη των υπό μελέτη εφαρμογών.

Αναφορές

Aguilar-Cruz, P. J., Wang, P., Xiang, Z., & Luo, H. (2023). Factors influencing game-based learning in the Colombian context: A mixed methods study. *Sustainability*, *15*(10), 7817.

Bers, Marina Umaschi. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press.

Danby, S., Davidson, C., Theobald, M., Scriven, B., Cobb-Moore, C., Houen, S., Grant, S., Given, L. M., & Thorpe, K. (2013). Talk in activity during young children's use of digital technologies at home. *Australian Journal of Communication*, *40*(2), 83-99.

Davidson, C., Given, L. M., Danby, S., & Thorpe, K. (2014). Talk about a YouTube video in preschool: The mutual production of shared understanding for learning with digital technology. *Australasian Journal of Early Childhood*, *39*(3), 76-83.

Ding, A. C. E., & Yu, C. H. (2024). Serious game-based learning and learning by making games: Types of game-based pedagogies and student gaming hours impact students' science learning outcomes. *Computers & Education*, *218*, 105075.

Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2003). Use of computer and video games in the classroom. *Proceedings of DiGRA 2003 Conference: Level Up* (pp. 11-12). DiGRA.org.

Liang, J. C., Chai, C. S., Koh, J. H. L., Yang, C. J., & Tsai, C. C. (2013). Surveying in-service preschool teachers' technological pedagogical content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology, 29*, 4.

Macrides, E., Miliou, O., & Angeli, C. (2022). Programming in early childhood education: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *32*, 100396.

Marsh, J., Plowman, L., Yamada-Rice, D., Bishop, J., & Scott, F. (2020). Digital play: A new classification. In *Digital play and technologies in the early years* (pp. 20-31). Routledge.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., & Mulrow, C. D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pollarolo, E., Papavlasopoulou, S., Granone, F., & Reikerås, E. (2024). Play with coding toys in early childhood education and care: Teachers' pedagogical strategies, views and impact on children's development. A systematic literature review. *Entertainment Computing*, *50*, 100637.

Relkin, E., De Ruiter, L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, *29*(4), 482-498.

Stephen, C., & Edwards, S. (2015). Digital play and technologies in the early years. *Early Years, 35*(2), 227.

Terzopoulos, G., Satratzemi, M., & Tsompanoudi, D. (2021). Educational mobile applications on computational thinking and programming for children under 8 years old. In *Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications: Proceedings of the 13th IMCL Conference 13* (pp. 527-538). Springer.

Verenikina, I., & Kervin, L. (2011). iPads, digital play and pre-schoolers. *He kupu*, *2*(5), 4-19.

Βοσνιάδου, Σ. (2002). *Πως μαθαίνουν οι μαθητές*. Διεθνές Γραφείο Εκπαίδευσης της UNESCO.

Δούκα, Ι. (2019). *Η αξιοποίηση των ηλεκτρονικών-ψηφιακών παιχνιδιών (games) και της παιχνιδοποίησης (gamification) στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* [Διπλωματική εργασία]. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/23200

Κανδρούδη Μ., & Μπράτιτσης Θ. (2022). Διδάσκοντας προγραμματισμό σε μικρές ηλικίες με φορητές συσκευές μέσω του παιχνιδιού Kodable και του ScratchJr: μελέτη περίπτωσης. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 43-50). ΕΤΠΕ.

Μαντζανίδου, Γ. (2019). *Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση ως μέσο εμπλοκής των μαθητών προσχολικής αγωγής με το STEAM: Μελέτη περίπτωσης* [Διπλωματική εργασία]. Πανεπιστήμιο Πατρών.

Πεντέρη, Ε., Χλαπάνα, Ε., Μέλλιου, Κ., Φιλιππίδη, Α., & Μαρινάτου, Θ. (2022). *Πρόγραμμα σπουδών προσχολικής εκπαίδευσης νηπιαγωγείου*. ΙΕΠ.

Ενισχύοντας την Αλγοριθμική Σκέψη από Νεαρή Ηλικία Μέσω Παιγνιώδους Μάθησης και Επαυξημένης Πραγματικότητας

Σωτήριος Γεωργίου, Θαρρενός Μπράτιτσης
dnured00136@uowm.gr, bratitsis@uowm.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τη δυνατότητα ενίσχυσης της αλγοριθμικής σκέψης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, αξιοποιώντας συνδυαστικά την παιγνιώδη μάθηση και την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας. Η αλγοριθμική σκέψη, ως θεμελιώδης δεξιότητα του 21ου αιώνα, αποτελεί βασικό πυλώνα της επιστήμης των υπολογιστών και του STEM. Η ανάπτυξή της από νεαρή ηλικία μπορεί να καλλιεργήσει την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την κριτική σκέψη. Μέσω της δημιουργίας ενός καινοτόμου επιτραπέζιου εκπαιδευτικού παιχνιδιού με επαυξημένη πραγματικότητα, η εργασία εξετάζει πώς η αλληλεπίδραση με απτές κάρτες και ψηφιακές αναπαραστάσεις μπορεί να εισάγει τα παιδιά στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού, όπως οι ακολουθίες εντολών, σε ένα ελκυστικό και κατανοητό πλαίσιο.

Λέξεις κλειδιά: αλγοριθμικές δομές, επαυξημένη πραγματικότητα, παιγνιώδη μάθηση

Εισαγωγή

Η κατανόηση των αλγοριθμικών δομών αποτελεί θεμελιώδη δεξιότητα στην ψηφιακή εποχή, με αυξανόμενη σημασία για την εκπαίδευση των παιδιών από την προσχολική ηλικία (Wing, 2006). Αυτές οι δομές, όπως οι ακολουθίες, οι επαναλήψεις και οι συνθήκες, αποτελούν τη βάση της υπολογιστικής σκέψης και του προγραμματισμού, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην ανάπτυξη λογικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Η έρευνα έχει δείξει ότι παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν βασικές αλγοριθμικές έννοιες όταν αυτές παρουσιάζονται κατάλληλα (Bers et al., 2014· Bratitsis et al., 2024b). Η πρώιμη έκθεση σε προγραμματιστικές έννοιες ενισχύει τη γνωστική ανάπτυξη, τις μαθηματικές δεξιότητες και την προετοιμασία για έναν κόσμο όπου η τεχνολογία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο (Bers, 2018). Ωστόσο, η διδασκαλία σε τόσο μικρές ηλικίες παρουσιάζει προκλήσεις, απαιτώντας προσεκτικό σχεδιασμό που να είναι κατάλληλος για το αναπτυξιακό τους επίπεδο και να διατηρεί το ενδιαφέρον τους (Clements & Sarama, 2016).

Η μάθηση μέσω παιχνιδιού αναδεικνύεται ως μια ισχυρή εκπαιδευτική προσέγγιση, ιδιαίτερα για τα μικρά παιδιά (Τσαπάρα & Μπράτιτσης, 2024). Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια προσφέρουν ένα μοναδικό πλαίσιο για την ανάπτυξη γνωστικών, κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων, εισάγοντας σύνθετες έννοιες με διασκεδαστικό και ελκυστικό τρόπο (Karakoc et al., 2022). Η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογικών μέσων, όπως οι φορητές συσκευές και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ), πολλαπλασιάζει τις δυνατότητες της παιγνιώδους μάθησης, καθιστώντας την εξατομικευμένη και διαδραστική (Anohah et al. 2017· Sari & Tedjasaputra, 2019). Έρευνες υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα των απτών προγραμματιστικών εργαλείων και της ΕΠ στην ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης και της κατανόησης αφηρημένων εννοιών, δημιουργώντας ένα περιβάλλον που γεφυρώνει τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο (Fuste & Schmandt, 2019).

Σε αυτό το πλαίσιο, το "Space Codyssey" (Georgiou & Bratitsis, 2024) αναπτύχθηκε ως ένα καινοτόμο εκπαιδευτικό επιτραπέζιο παιχνίδι που λειτουργεί συνδυαστικά με μια έξυπνη

συσκευή, καλύπτοντας ένα κενό στη διεθνή βιβλιογραφία. Στοχεύει στην καλλιέργεια των αλγοριθμικών δεξιοτήτων των παιδιών (5 ετών και άνω), ενσωματώνοντας δραστηριότητες προγραμματισμού για τις δομές Ακολουθίας, Επανάληψης, Επιλογής, καθώς και εντοπισμού σφαλμάτων (Debugging). Το παιχνίδι χρησιμοποιεί τεχνολογία ΕΠ για την παρουσίαση αποστολών μέσω QR καρτών και ψηφιακή αφήγηση ως μέσο βοήθειας. Η χρήση μιας "Οπτικής Γλώσσας Προγραμματισμού" με σύμβολα, αντί για κείμενο, το καθιστά προσβάσιμο ακόμα και σε παιδιά που δεν έχουν αναπτύξει πλήρως τις δεξιότητες ανάγνωσης, διευρύνοντας το ηλικιακό φάσμα των χρηστών.

Η εργασία δομείται ως εξής: αρχικά παρουσιάζεται συνοπτικά το θεωρητικό πλαίσιο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ανάπτυξη του "Space Codyssey" και συζητιούνται ζητήματα τεχνικής υλοποίησης, πριν την καταληκτική συζήτηση.

Θεωρητικό πλαίσιο

Παιγνιώδης μάθηση

Η μάθηση με βάση το παιχνίδι αποτελεί μια αποδοτική προσέγγιση, μέσω της οποίας οι μαθητές διασκεδάζουν και αποκομίζουν γνώσεις και δεξιότητες ταυτοχρόνως (Anohah et al. 2017· Sari & Tedjasaputra, 2019). Με την ανάπτυξη των ψηφιακών τεχνολογικών μέσων, πολλαπλασιάστηκαν οι δυνατότητες της παιγνιώδους μάθησης, καθώς οι ψηφιακές συσκευές χρησιμοποιήθηκαν ως παιγνιώδη και επικοινωνιακά μέσα, ανάγοντας τη χρήση τους σε εξατομικευμένη μαθησιακή και αλληλεπιδραστική εμπειρία. Τα ψηφιακά παιχνίδια προωθούν τη συνεργατικότητα, την ελευθερία και την αυτενέργεια στην κατάκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων (Pombo & Marques, 2019). Η έρευνα έχει αναλύσει εκτενώς τον αντίκτυπο των παιχνιδιών στα κίνητρα και τη συμμετοχή των μαθητών σε ευχάριστα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, καθώς και τη συμβολή τους στην κατανόηση εννοιών και την ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων. Παρέχουν ένα ασφαλές περιβάλλον για συνεργασία, διαπραγμάτευση και επίλυση συγκρούσεων. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM, τα επιτραπέζια παιχνίδια μπορούν να εισάγουν σύνθετες έννοιες με προσιτό τρόπο και να προωθήσουν την υπολογιστική σκέψη. Η χρήση φυσικών και εικονικών αντικειμένων σε υβριδικά παιχνίδια μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού. Η μάθηση με βάση το παιχνίδι καθιστά τη μαθησιακή διαδικασία διασκεδαστική και εύκολη, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη συναισθηματικών, γνωστικών, ψυχοκινητικών και κοινωνικών δεξιοτήτων (Maskeliunas et al., 2020· Tsapara & Bratitsis, 2024). Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν είναι ενεργοί συνεργάτες στην εκπαιδευτική διαδικασία, μέσα από δραστηριότητες και εργασίες επίλυσης προβλημάτων (Su et al., 2021).

Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) είναι ένα τεχνολογικό εργαλείο κατάλληλο για εκπαιδευτικούς σκοπούς, το οποίο παρέχει διαδραστικές και εμβυθιστικές εμπειρίες στον χρήστη-μαθητή (Klopfenstein et al., 2017). Η ΕΠ συγχωνεύει ζωντανές εικόνες με εικονικά στρώματα πληροφοριών, όπως τρισδιάστατα μοντέλα, κείμενο, εικόνες, ήχους και βίντεο, δημιουργώντας μια "μικτή" πραγματικότητα. Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα, το εικονικό περιεχόμενο στην ΕΠ προστίθεται πάνω από ένα πραγματικό περιβάλλον. Αυτή η τεχνολογία αλλάζει δραματικά την τοποθεσία και τον χρόνο της μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με τον φυσικό και ψηφιακό κόσμο (Koutromanos et al., 2015). Μπορούν να απλοποιήσουν πολύπλοκες πληροφορίες και δεδομένα, ενισχύοντας την κατανόηση της υπολογιστικής λογικής και προάγοντας τον τεχνολογικό και υπολογιστικό

εγγραμματισμό. Μέσω της ΕΠ, οι εκπαιδευόμενοι γνωρίζουν και κατανοούν βασικές έννοιες της υπολογιστικής σκέψης, όπως η αλγοριθμική σκέψη, η αποδόμηση προβλημάτων, η αφηρημένη σκέψη, ο εντοπισμός σφαλμάτων-αποσφαλμάτωση (debugging). Η συνύπαρξη εικονικών αντικειμένων και πραγματικών περιβαλλόντων επιτρέπει στους μαθητές να οπτικοποιήσουν σύνθετες χωρικές σχέσεις, τεχνολογικούς ορισμούς και αφηρημένες έννοιες, προκαλώντας ευχαρίστηση και εντείνοντας την εμπλοκή τους (Schez-Sobrino et al., 2020). Η ΕΠ μπορεί να ενσωματωθεί σε όλες τις σχολικές βαθμίδες, ωφελώντας τους μαθητές όλων των ηλικιακών ομάδων.

Βασικές αλγοριθμικές δομές

Οι αλγοριθμικές δομές, όπως οι ακολουθίες, οι επαναλήψεις και οι συνθήκες, αποτελούν τη βάση της υπολογιστικής σκέψης και του προγραμματισμού, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη λογικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Η υπολογιστική σκέψη είναι μια θεμελιώδης δεξιότητα στην εκπαίδευση που ενισχύει την επίλυση προβλημάτων και την κριτική σκέψη. Περιλαμβάνει την ικανότητα αποδόμησης σύνθετων προβλημάτων σε επιλύσιμες μορφές, την αναγνώριση προτύπων, την αφαίρεση και ανάλυση μοτίβων, και την εφαρμογή ευρετικής συλλογιστικής (Bratitsis et al., 2024a). Ο Papert (1980) υποστήριξε ότι η έκθεση των παιδιών σε προγραμματιστικές έννοιες από νεαρή ηλικία μπορεί να ενισχύσει τη γνωστική τους ανάπτυξη και να καλλιεργήσει δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Η υπολογιστική σκέψη περιλαμβάνει τρεις διαστάσεις: τις υπολογιστικές έννοιες (ακολουθίες, βρόγχοι, συμβάντα, προϋποθέσεις, δεδομένα), τις υπολογιστικές πρακτικές (απεικόνιση, κατασκευή, δοκιμή, εντοπισμός σφαλμάτων, επαναχρησιμοποίηση, αφαίρεση) και τις υπολογιστικές προοπτικές (έκφραση, σύνδεση, αμφισβήτηση) (Žáček & Smolka, 2019). Η Wing (2006) προτείνει ότι η υπολογιστική σκέψη επιβάλλεται να προστεθεί στις βασικές δεξιότητες της ανάγνωσης, γραφής και αριθμητικής που πρέπει να κατακτήσει ένας μαθητής ήδη από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ο προγραμματισμός μπορεί να αντιμετωπίσει πολλές βασικές πτυχές της υπολογιστικής σκέψης, καθώς ενεργοποιεί παρόμοιες γνωστικές διεργασίες. Ωστόσο, για μικρούς μαθητές, είναι προτιμότερο να αξιοποιηθούν οπτικά ή διαδραστικά μέσα εκμάθησης προγραμματισμού αντί για πολύπλοκες επαγγελματικές γλώσσες (Repenning, 2017).

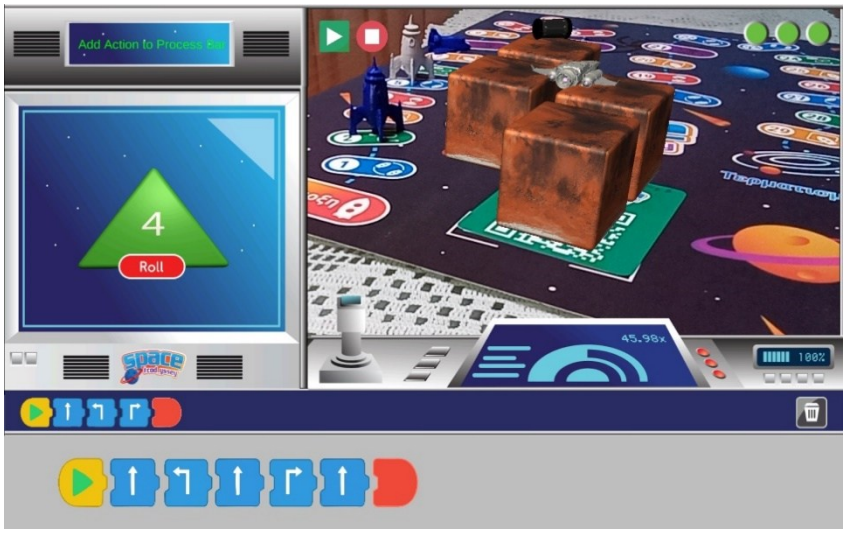
Ανάγκη δημιουργίας ενός υβριδικού επιτραπέζιου παιχνιδιού

Η διεθνής βιβλιογραφική έρευνα κατέδειξε την απουσία ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού που να συνδυάζει όλα τα παραπάνω στοιχεία μαζί. Η ανάγκη για τη δημιουργία ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού όπως το Space Codyssey, που λειτουργεί συνδυαστικά με μια έξυπνη συσκευή, προκύπτει από την αυξανόμενη σημασία της υπολογιστικής σκέψης και των δεξιοτήτων προγραμματισμού στη σύγχρονη εκπαίδευση, ιδιαίτερα για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Το Space Codyssey προσφέρει μια μοναδική προσέγγιση στην εκμάθηση βασικών αλγοριθμικών δομών, συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα των παραδοσιακών επιτραπέζιων παιχνιδιών με την τεχνολογία ΕΠ. Αυτός ο συνδυασμός δημιουργεί ένα περιβάλλον που γεφυρώνει τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο, βοηθώντας τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα αφηρημένες έννοιες προγραμματισμού. Η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει αρκετές προσπάθειες εισαγωγής της αλγοριθμικής σκέψης σε μικρές ηλικίες, κυρίως μέσω ψηφιακών εφαρμογών και ρομποτικών εργαλείων, όπως τα Kodable, BlueBot και Scratch Jr. Ωστόσο, τα περισσότερα από αυτά είτε εστιάζουν αποκλειστικά σε ψηφιακά περιβάλλοντα είτε δεν ενσωματώνουν τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (ΕΠ) σε συνδυασμό με φυσικά επιτραπέζια στοιχεία. Το Space Codyssey διαφοροποιείται, καθώς αποτελεί το πρώτο υβριδικό επιτραπέζιο παιχνίδι που συνδυάζει

παιγνιώδη μάθηση, οπτική γλώσσα προγραμματισμού, ΕΠ και debugging, ειδικά σχεδιασμένο για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Έτσι, καλύπτει ένα σημαντικό ερευνητικό κενό, προσφέροντας μια πολυτροπική προσέγγιση που γεφυρώνει τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο και διευκολύνει την κατανόηση αφηρημένων εννοιών προγραμματισμού από μικρά παιδιά.

Σχεδίαση και ανάπτυξη του παιχνιδιού

Η ανάπτυξη του Space Codyssey ακολούθησε μια εξελικτική διαδικασία, προσαρμοσμένη στις ανάγκες των παιδιών προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας. Από μια αρχικά αυστηρή και τεχνική προσέγγιση, υιοθετήθηκε μια πιο παιχνιδιάρικη και πολύχρωμη αισθητική. Το ταμπλό του παιχνιδιού μεταμορφώθηκε σε ένα ζωντανό, διαστημικό τοπίο με φωτεινά χρώματα και φιλικούς χαρακτήρες, ενώ οι κάρτες σχεδιάστηκαν με χαρούμενα μοτίβα. Δόθηκε έμφαση στην απλότητα και την κατανοητή διάταξη των στοιχείων του παιχνιδιού, διευκολύνοντας την κατανόηση και την πλοήγηση. Η εφαρμογή σχεδιάστηκε με ομοιομορφία, συνοχή στην οπτική παρουσίαση και απλότητα στον χειρισμό, με ξεκάθαρη οριοθέτηση των λειτουργικών περιοχών (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Το περιβάλλον της εφαρμογής

Η ανάπτυξη του παιχνιδιού βασίστηκε σε μια μεθοδική διαδικασία συμμετοχικού σχεδιασμού, στην οποία ενεπλάκησαν 28 εκπαιδευτικοί προσχολικής και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η διαδικασία ήταν επαναληπτική, με πέντε διαδοχικές δοκιμαστικές εκδόσεις, οι οποίες βελτιστοποιήθηκαν βάσει της ανατροφοδότησης των εκπαιδευτικών. Κατά τη διαδικασία συμμετοχικού σχεδιασμού, οι 28 εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν παρείχαν ουσιαστική ανατροφοδότηση, η οποία οδήγησε σε συγκεκριμένες βελτιώσεις του παιχνιδιού. Ενδεικτικά, προτάθηκε η απλοποίηση της διεπαφής της εφαρμογής, ώστε να είναι πιο φιλική και κατανοητή για παιδιά 5-9 ετών, με σαφή οριοθέτηση των λειτουργικών περιοχών (π.χ. ξεχωριστή ζώνη για το ζάρι, την κάμερα και την περιοχή προγραμματισμού). Επιπλέον, δόθηκε έμφαση στην επιλογή χρωμάτων και γραφικών που να είναι ελκυστικά και ευδιάκριτα

για μικρά παιδιά, ενώ οι κάρτες και το ταμπλό προσαρμόστηκαν ώστε να είναι ανθεκτικά και εύχρηστα στη σχολική τάξη. Οι παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών συνέβαλαν επίσης στη βελτίωση της ροής του παιχνιδιού και της σαφήνειας των οδηγιών, διασφαλίζοντας την παιδαγωγική καταλληλότητα και την πρακτική εφαρμοσιμότητα του εργαλείου. Το δείγμα των συμμετεχόντων περιλάμβανε εκπαιδευτικούς πληροφορικής, νηπιαγωγούς και δασκάλους, των οποίων η συμβολή πραγματοποιήθηκε μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων, παρουσιάσεων και πρακτικών δοκιμών. Οι ερωτήσεις κάλυπταν πτυχές όπως ο σχεδιασμός, η υλοποίηση, η εκπαιδευτική αξία, η εμφάνιση και λειτουργικότητα της εφαρμογής, η χρήση της ΕΠ και της ψηφιακής αφήγησης, καθώς και τα εκπαιδευτικά οφέλη και οι προτάσεις βελτίωσης.

Για την τεχνολογική υλοποίηση, επιλέχθηκε η πλατφόρμα Unity3D, η οποία είναι κατάλληλη για σοβαρά παιχνίδια και υποστηρίζει τη δημιουργία τρισδιάστατων περιβαλλόντων και την ενσωμάτωση προηγμένων λειτουργιών όπως η ΕΠ. Η εμπειρία του συγγραφέα με την ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ σε σχολικά βιβλία με την ίδια τεχνολογία αποτέλεσε βασικό παράγοντα. Για την ΕΠ, χρησιμοποιήθηκε το Vuforia SDK, μια αξιόπιστη λύση για cross-platform εφαρμογές AR, που υποστηρίζει την αναγνώριση εικόνων και την παρακολούθηση αντικειμένων. Οι αποστολές του παιχνιδιού παρουσιάζονται μέσω καρτών QR, οι οποίες όταν σαρώνονται από την κάμερα της κινητής συσκευής με τη μηχανή αναγνώρισης της Vuforia, εμφανίζουν τις δραστηριότητες σε τρισδιάστατη μορφή. Σχεδιάστηκε επίσης μια "Οπτική Γλώσσα Προγραμματισμού" (Visual Programming Language - VPL) για την επίλυση των δραστηριοτήτων, η οποία βασίζεται σε γραφικά και οπτικές αναπαραστάσεις αντί για κείμενο. Οι εντολές παρουσιάζονται ως κομμάτια παζλ με σύμβολα, καθιστώντας τον προγραμματισμό πιο προσιτό σε παιδιά μικρής ηλικίας, ενισχύοντας την υπολογιστική σκέψη και την επίλυση προβλημάτων μέσω συμβόλων και μπλοκ. Κατά την πιλοτική εφαρμογή του Space Codyssey σε σχολικές τάξεις, εντοπίστηκαν ορισμένες τεχνικές και παιδαγωγικές προκλήσεις. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν δυσκολίες στην αναγνώριση των QR καρτών σε συνθήκες με έντονο ή ανεπαρκή φωτισμό, καθώς και σε περιπτώσεις όπου η κάρτα δεν τοποθετούνταν σωστά μπροστά στην κάμερα της συσκευής. Για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, δόθηκαν αναλυτικές οδηγίες στους μαθητές σχετικά με τη βέλτιστη τοποθέτηση των καρτών και τη χρήση συσκευών με κατάλληλη ανάλυση κάμερας.

Μαθησιακοί στόχοι και αποτελέσματα

Το Space Codyssey απευθύνεται σε παιδιά από 5 ετών και άνω. Η επιλογή αυτής της ηλικιακής ομάδας βασίζεται στο γεγονός ότι σε αυτή την ηλικία τα παιδιά αναπτύσσουν συμβολική και λογική σκέψη, απαραίτητες για την κατανόηση βασικών προγραμματιστικών εννοιών. Η χρήση οπτικών συμβόλων και η ενσωμάτωση της ΕΠ εκμεταλλεύονται τη φυσική περιέργεια και την τάση των παιδιών να εξερευνούν, ενισχύοντας τη μάθηση μέσω της διάδρασης με τον φυσικό και ψηφιακό κόσμο.

Οι βασικοί στόχοι του παιχνιδιού είναι:

- Ανάπτυξη αλγοριθμικής σκέψης: Καλλιέργεια της ικανότητας των παιδιών να σκέφτονται αλγοριθμικά, αναλύοντας προβλήματα και σχεδιάζοντας λογικά βήματα για την επίλυσή τους.
- Εξοικείωση με βασικές προγραμματιστικές έννοιες: Εισαγωγή στις θεμελιώδεις δομές προγραμματισμού (ακολουθία, επανάληψη, επιλογή) με διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο.

- Ενίσχυση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων: Ανάπτυξη κριτικής σκέψης και ικανοτήτων εντοπισμού και διόρθωσης σφαλμάτων μέσω των δραστηριοτήτων debugging.
- Προώθηση της χωρικής αντίληψης: Βοήθεια στην καλύτερη κατανόηση του χώρου και των σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων μέσω της ΕΠ.

Τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα περιλαμβάνουν:

- Κατανόηση βασικών αλγοριθμικών δομών.
- Ανάπτυξη προγραμματιστικής λογικής.
- Βελτίωση δεξιοτήτων εντοπισμού σφαλμάτων.
- Ενίσχυση χωρικής αντίληψης.

Σε αντίθεση με τα υπάρχοντα εργαλεία που επικεντρώνονται είτε σε ψηφιακές εφαρμογές είτε σε ρομποτικές κατασκευές, το Space Codyssey προσφέρει μια πολυτροπική εμπειρία μάθησης που ενισχύει τη χωρική αντίληψη, την αλγοριθμική σκέψη και την επίλυση προβλημάτων, αξιοποιώντας ταυτόχρονα φυσικά και ψηφιακά μέσα. Η χρήση συμβόλων αντί για κείμενο καθιστά το παιχνίδι προσβάσιμο σε παιδιά που δεν έχουν αναπτύξει ακόμα δεξιότητες ανάγνωσης, ενώ η ενσωμάτωση debugging δραστηριοτήτων προάγει την κριτική σκέψη και την αυτορρύθμιση της μάθησης

Θέμα και στοιχεία παιχνιδιού

Το παιχνίδι διαδραματίζεται στο διάστημα στο οποίο οι παίκτες έχουν χαθεί και ψάχνουν έναν κατοικήσιμο πλανήτη. Οι παίχτες πρέπει να λύσουν γρίφους (προγραμματίζοντας) για να βρουν καύσιμα και να συνεχίσουν το ταξίδι τους. Το παιχνίδι περιλαμβάνει μία πίστα με 30 θέσεις, 28 έγχρωμες κάρτες αποστολών (κόκκινες, πράσινες, μπλε, πορτοκαλί, μαύρες) και 6 κάρτες επεξήγησης προγραμματισμού. Χρησιμοποιούνται πιόνια σε σχήμα διαστημοπλοίων, εκτυπωμένα από τρισδιάστατους εκτυπωτές

Κανόνες και μηχανισμοί παιχνιδιού

Οι κανόνες είναι απλοί, κατάλληλοι για παιδιά 5 ετών και άνω. Οι παίκτες μετακινούνται στο ταμπλό ανάλογα με τον αριθμό που φέρνει ένα ψηφιακό ζάρι. Κάθε θέση στην πίστα έχει συγκεκριμένο χρώμα που αντιστοιχεί σε μια κατηγορία κάρτας (π.χ., πράσινες για Δομή Ακολουθίας, μπλε για Δομή Επανάληψης, πορτοκαλί για Δομή Επιλογής) (Σχήμα 2). Οι κάρτες αυτές έχουν έναν κωδικό QR που, όταν σαρώνεται από την κάμερα μιας κινητής συσκευής, εμφανίζει τη δραστηριότητα σε τρισδιάστατη μορφή. Αν ο παίκτης προγραμματίσει σωστά τον κώδικα και φτάσει στο καύσιμο, έχει το δικαίωμα να συνεχίσει, όταν έρθει η σειρά του. Αν όχι, παραμένει στο ίδιο σημείο και προσπαθεί ξανά. Οι κόκκινες κάρτες εμφανίζουν έναν βοηθό ρομπότ που δίνει ακουστικές οδηγίες για την αποσφαλμάτωση προγραμμάτων και βοηθά στην κατανόηση βασικών κανόνων υπολογιστικής σκέψης.

Σχήμα 2. Το ταμπλό του παιχνιδιού

Αποτελέσματα

Η ανάπτυξη του Space Codyssey αντιπροσωπεύει μια σημαντική καινοτομία στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, συγχωνεύοντας παραδοσιακές μεθόδους μάθησης με προηγμένες ψηφιακές τεχνολογίες. Η υβριδική φύση του παιχνιδιού, που συνδυάζει τα απτά στοιχεία ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού με τις δυνατότητες της ΕΠ, δημιουργεί ένα πολυδιάστατο μαθησιακό περιβάλλον. Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με τις σύγχρονες θεωρίες γνωστικής ανάπτυξης και κονστρουκτιβισμού, προωθώντας την ενεργό μάθηση και την οικοδόμηση γνώσεων μέσω της αλληλεπίδρασης με φυσικά και ψηφιακά αντικείμενα.

Η ανάπτυξη μιας εξειδικευμένης οπτικής γλώσσας προγραμματισμού για το Space Codyssey αποτελεί μια σημαντική συμβολή στον τομέα της διδακτικής της πληροφορικής για μικρές ηλικίες. Αυτή η γλώσσα, βασισμένη σε αρχές σημειωτικής και γνωστικής ψυχολογίας, παρέχει ένα εννοιολογικό πλαίσιο που γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ αφηρημένων εννοιών προγραμματισμού και των αναπτυξιακών σταδίων των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Η χρήση οπτικών μεταφορών και συμβόλων διευκολύνει τη γνωστική

επεξεργασία και την κατανόηση σύνθετων αλγοριθμικών δομών, υποστηρίζοντας τη σταδιακή μετάβαση από τον συγκεκριμένο στον αφηρημένο συλλογισμό.

Η αξιολόγηση από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς ακολούθησε ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο συνεντεύξεων που κάλυπτε ένα ευρύ φάσμα πτυχών του παιχνιδιού. Όσον αφορά την υλοποίηση των φυσικών στοιχείων, οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν την ικανοποίησή τους με τον τελικό σχεδιασμό της πίστας, τη χρήση των καρτών QR, την επιλογή χρωμάτων και γραφικών, καθώς και τη λειτουργικότητα της διάταξης των στοιχείων. Η μετάβαση από την αρχική αυστηρή και τεχνική αισθητική σε μια πιο παιχνιδιάρικη και πολύχρωμη προσέγγιση με φωτεινά χρώματα και φιλικούς προς τα παιδιά χαρακτήρες κρίθηκε επιτυχής, και δεν προτάθηκαν περαιτέρω αλλαγές σε αυτόν τον τομέα.

Διαφορετική ήταν η αντιμετώπιση στην εμφάνιση και λειτουργικότητα της εφαρμογής, όπου οι εκπαιδευτικοί πρότειναν συγκεκριμένες διορθώσεις που αφορούσαν την ομοιομορφία, τη συνοχή της οπτικής παρουσίασης και την απλότητα στον χειρισμό. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σαφή οριοθέτηση των λειτουργικών περιοχών (π.χ. ζάρι, κάμερα, περιοχή προγραμματισμού), προκειμένου να διευκολυνθεί η πλοήγηση και η χρήση της εφαρμογής από παιδιά 5-9 ετών.

Αξιοσημείωτα θετική ήταν η αξιολόγηση της συνδυαστικής λειτουργίας καρτών QR code με Επαυξημένη Πραγματικότητα, καθώς δεν ζητήθηκαν ειδικότερες αλλαγές. Το τεχνικό κομμάτι λειτουργούσε πολύ καλά και η διαδικασία χρήσης ήταν εύκολη και κατανοητή από τα παιδιά. Παράλληλα, όσον αφορά τα εκπαιδευτικά οφέλη, οι εκπαιδευτικοί βρήκαν ότι αυτά είναι πολλαπλά και επιτυγχάνονται με ξεχωριστό και πρωτότυπο τρόπο.

Η πολυεπίπεδη προσέγγιση του συμμετοχικού σχεδιασμού διασφάλισε την παιδαγωγική καταλληλότητα και την εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα του Space Codyssey. Το παιχνίδι αναδείχθηκε ως ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό εργαλείο που ενσωματώνει βέλτιστες πρακτικές από διάφορους τομείς της εκπαίδευσης και της διδακτικής της πληροφορικής, επιτυγχάνοντας την αρμονική σύνθεση φυσικών και ψηφιακών στοιχείων για τη διδασκαλία των αλγοριθμικών δομών σε μικρές ηλικίες.

Συμπερασματικά

Το Space Codyssey αντιπροσωπεύει ένα καινοτόμο παράδειγμα στη διδασκαλία του προγραμματισμού σε μικρές ηλικίες, συνθέτοντας διάφορες παιδαγωγικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις. Η εκτενής συμμετοχή εκπαιδευτικών στη διαδικασία ανάπτυξης εξασφαλίζει την παιδαγωγική του εγκυρότητα και την πρακτική εφαρμοσιμότητα σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Στο πλαίσιο των διαρκών προσπαθειών για την εξέλιξη του εκπαιδευτικού επιτραπέζιου παιχνιδιού Space Codyssey, είχε προσδιοριστεί ως κρίσιμο επόμενο βήμα η εμπειρική αξιολόγηση του παιχνιδιού σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι διεξήχθη μια εκτεταμένη έρευνα σε δέκα σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην περιοχή της Φλώρινας, συμπεριλαμβανομένων τεσσάρων Νηπιαγωγείων και έξι Δημοτικών σχολείων, τόσο από αστικά όσο και από αγροτικά περιβάλλοντα. Από αυτή τη συστηματική δοκιμή, συγκεντρώθηκαν πολύτιμα δεδομένα από 85 μαθητές, οι οποίοι είχαν την ευκαιρία να παίξουν το παιχνίδι.

Η πιλοτική εφαρμογή του Space Codyssey πραγματοποιήθηκε σε δέκα σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην περιοχή της Φλώρινας, συμπεριλαμβανομένων τεσσάρων νηπιαγωγείων και έξι δημοτικών σχολείων, τόσο από αστικά όσο και από αγροτικά περιβάλλοντα. Συνολικά συμμετείχαν 85 μαθητές, οι οποίοι είχαν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με το παιχνίδι σε πραγματικές συνθήκες τάξης. Η συλλογή δεδομένων έγινε με τη χρήση παρατηρήσεων, ημι-δομημένων συνεντεύξεων με τους εκπαιδευτικούς και καταγραφής της αλληλεπίδρασης των παιδιών με το παιχνίδι. Τα ποσοτικά δεδομένα που

προέκυψαν από αυτή τη διαδικασία βρίσκονται σε φάση στατιστικής ανάλυσης και τα πλήρη ευρήματα θα δημοσιευθούν σε επόμενη εργασία. Η δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων αναμένεται να προσφέρει πολύτιμες εμπειρικές αποδείξεις για την αποτελεσματικότητα του Space Codyssey στην ανάπτυξη αλγοριθμικής σκέψης σε μικρές ηλικίες

Επί του παρόντος, τα συλλεχθέντα δεδομένα βρίσκονται σε στάδιο ενδελεχούς επεξεργασίας και στατιστικής ανάλυσης, με στόχο τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού στην ανάπτυξη των στοχευόμενων δεξιοτήτων. Τα πλήρη ευρήματα αυτής της εκτεταμένης εμπειρικής αξιολόγησης αναμένεται να ανακοινωθούν σε μελλοντικές επιστημονικές δημοσιεύσεις. Η δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων προσδοκά να προσφέρει πολύτιμες εμπειρικές αποδείξεις και γνώσεις σχετικά με τη δυνητική συμβολή του Space Codyssey ως καινοτόμου παιγνιωδούς εκπαιδευτικού εργαλείου στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης και των αλγοριθμικών εννοιών σε νεαρές ηλικίες, επιβεβαιώνοντας έτσι την αξία τέτοιων πολυτροπικών προσεγγίσεων στη σύγχρονη εκπαίδευση και γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ αφηρημένων εννοιών και αναπτυξιακών σταδίων των παιδιών.

Αναφορές

Anohah, E., Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Sutinen, E. (2017). Trends of mobile learning in computing education from 2006 to 2014: A systematic review of research publications. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, *9*(1), 16-33.

Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, *72*, 145-157.

Bratitsis, T., Busuttil, L., Vassalo, D., Koliakou, I., Tsapara, M., Melliou, K., Callus, J., Meireles, G., Tarraf Kojok, N., Sousa, S., & Arnaoutis, G. (2024a). Cthink. it. A board-game for computational thinking in early years. *Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning* (pp. 116-123). Academic Conferences International Limited.

Bratitsis, T., Tsapara, M., Melliou, K., Busuttil, L., Vassallo, D., Callus, J., Meireles, G., Koliakou, I., Tarraf Kojok, N., Sousa, S. (2024b). Cultivating computational thinking in early years through board games. The Cthink.it approach. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 78-89. Springer.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2016). Math, science, and technology in the early grades. *The Future of Children*, *26*(2), 75-94.

David, M. & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.

Fuste, A., & Schmandt, C. (2019). HyperCubes: A playful introduction to computational thinking in augmented reality. In *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion - CHI PLAY'19* (pp. 379-387). ACM.

Georgiou, S., & Bratitsis, T. (2024). Enhancing algorithmic thinking skills through phygital games: The case of Space Codyssey. *Proceedings of the 18th European Conference on Games Based Learning* (pp. 1183-1186). Academic Conferences International Limited.

Karakoç, B., Eryılmaz, K., Turan Özpolat, E., & Yıldırım, İ. (2022). The effect of game-based learning on student achievement: A meta-analysis study. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 207-222.

Klopfenstein, L. C., Fedoseyev, A., & Bogliolo, A. (2017). Bringing an unplugged coding card game to Augmented Reality. *Proceedings of the 11th Conference Technology, Education and Development Conference - INTED2017*. IATED.

Koutromanos, G., Sofos, A. & Avraamidou, L. (2015). The use of augmented reality games in education: A review of the literature. *Educational Media International*, *52*(4), 1-19.

Maskeliunas, R., Kulikajevas, A., Blažauskas, T., Damaševicius, R., & Swacha, J. (2020). An interactive serious mobile game for supporting the learning of programming in JavaScript in the context of eco-friendly city management. *Computers*, *9*(4), 102.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Pombo, L., & Marques, M. M. (2019). Improving students' learning with a mobile augmented reality approach—the EduPARK game. *Interactive Technology and Smart Education*, *16*(4), 392-406.

Repenning, A. (2017). Moving beyond syntax: Lessons from 20 years of blocks programing in AgentSheets. *Journal of Visual Languages and Sentient Systems*, *3*(1), 68-91.

Sari, E., & Tedjasaputra, A. (2019). Mobile learning: Enhancing social learning amongst millennials. In *Proceedings of Asian the CHI Symposium 2019: Emerging HCI research collection (AsianHCI'19),* (pp. 153-160). Association for Computing Machinery.

Schez-Sobrino, S., Vallejo, D., Glez-Morcillo, C., Redondo, M.A., & Castro-Schez, J.J. (2020). RoboTIC: A serious game based on augmented reality for learning programming. *Multimedia Tools and Applications*, *79*, 34079-34099.

Su, S., Zhang, E., Denny, P., Giacaman, N. (2021). A game-based approach for teaching algorithms and data structures using visualizations. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 1128-1134). ACM.

Tsapara, M., & Bratitsis, T. (2024). Board game design by children as an assessment mechanism in kindergarten. A case study about disability and vulnerability. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 90-105. Springer.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35.

Žáček, M. & Smolka, P. (2019). Development of computational thinking: Student motivation using ozobot. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and E-Learning - ICEEL '19* (pp. 36-40). Association for Computing Machinery.

Τσαπάρα, Μ., Μπράτιτσης, Θ. (2024). Καλλιεργώντας την υπολογιστική σκέψη μέσω της δημιουργίας επιτραπέζιων παιχνιδιών με το προγραμματιζόμενο ρομπότ Bee-Bot. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Επιστημονικού Συνεδρίου "Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"* (σσ. 920-924). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας & ΕΤΠΕ.

Ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω Unplugged Coding Δραστηριοτήτων: Απόψεις Εκπαιδευτικών και Παιδαγωγικές Προεκτάσεις

Κυριακή Μαυρατζά[1], Βασίλειος Νεοφώτιστος[2]
kikimavra@yahoo.gr, vneof@uom.edu.gr
[1]Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
[2]Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τις απόψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση των Unplugged Coding δραστηριοτήτων και τον αντίκτυπό τους στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών. Εστιάζοντας στις έννοιες της Εννοιολογικής Γνώσης, της Αλγοριθμικής Σκέψης και των δεξιοτήτων Αξιολόγησης, εφαρμόστηκε ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση με χρήση ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν θετική στάση των εκπαιδευτικών προς τη μέθοδο, αν και παρατηρείται διστακτικότητα λόγω έλλειψης ενημέρωσης και γνώσης. Η στατιστική ανάλυση ανέδειξε ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των τριών μεταβλητών, με την Εννοιολογική Γνώση να επιδρά καθοριστικά στη δεξιότητα της Αξιολόγησης. Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Τα ευρήματα ενισχύουν τη θέση ότι οι unplugged δραστηριότητες αποτελούν μια προσιτή και αποτελεσματική διδακτική πρακτική για την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης και της κριτικής ικανότητας των μαθητών, ανεξαρτήτως εκπαιδευτικού επιπέδου ή τεχνολογικών υποδομών.

Λέξεις κλειδιά: Unplugged Coding, αλγοριθμική σκέψη, αξιολόγηση, εννοιολογική γνώση

Εισαγωγή

Η ψηφιακή εκπαίδευση έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια ως μια από τις βασικότερες δεξιότητες του 21ου αιώνα, αποτελώντας αναπόσπαστο πυλώνα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Στο πλαίσιο αυτό, η κωδικοποίηση συνδέεται άρρηκτα με την ανάπτυξη της υπολογιστικής και αλγοριθμικής σκέψης, ενισχύοντας κρίσιμες γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες των μαθητών. Η ενσωμάτωση της διδασκαλίας του προγραμματισμού σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης, διεθνώς, θεωρείται πλέον αναγκαία για την προσαρμογή στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας και οικονομίας της γνώσης (Mutoharoh et al., 2021).

Η διδασκαλία του προγραμματισμού σε αρχάριους μαθητές ενέχει προκλήσεις, όπως η κατανόηση αφηρημένων εννοιών και η ανάπτυξη σχεδιαστικού συλλογισμού. Έρευνες δείχνουν ότι τα unplugged σενάρια μπορούν να μετριάσουν αυτές τις δυσκολίες, παρέχοντας χειροπιαστές αναπαραστάσεις εννοιών που διαφορετικά παραμένουν αφηρημένες. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για το κατά πόσο τα αποτελέσματα αυτά διατηρούνται σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα ή σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Μέσα από αναλογικές και διαδραστικές δραστηριότητες, η προσέγγιση αυτή διευκολύνει την κατανόηση αφηρημένων εννοιών, ενισχύοντας παράλληλα τη λογική σκέψη, τη συνεργασία και τη λήψη αποφάσεων (Baldoni et al., 2024).

Computer Science Unplugged

Η μέθοδος Computer Science Unplugged (CS Unplugged) αναφέρεται σε μια συλλογή εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που στοχεύουν στην κατανόηση θεμελιωδών εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών χωρίς την ανάγκη χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών. Η ανάγκη

για την ανάπτυξη αυτής της προσέγγισης εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ως απόκριση στις περιορισμένες δυνατότητες τεχνολογικής υποδομής πολλών σχολικών και εργασιακών περιβαλλόντων (Bell, 2021).

Ο όρος Computer Science Unplugged καθιερώθηκε επίσημα το 1998 με τη δημοσίευση ενός δωρεάν ηλεκτρονικού βιβλίου από τους Bell, Fellows και Witten, με τίτλο "Δραστηριότητες και παιχνίδια εκτός σύνδεσης για όλες τις ηλικίες" (Bell et al., 1998).

Η εκπαιδευτική πλατφόρμα csunplugged.org φιλοξενεί μεγάλο πλήθος τέτοιων δραστηριοτήτων, προσβάσιμων τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και από μαθητές (CS Unplugged, 2024).

Άλλες εφαρμογές unplugged δραστηριοτήτων

Εκτός από τις δραστηριότητες CS Unplugged, σημαντική είναι και η συμβολή της διεθνούς πρωτοβουλίας Bebras (https://www.bebras.org/home), η οποία προάγει την υπολογιστική σκέψη μέσω δραστηριοτήτων unplugged, προσανατολισμένων σε κιναισθητικά και διαδραστικά σενάρια. Οι δραστηριότητες αυτές απευθύνονται σε μαθητές αλλά και σε ενήλικες και βασίζονται σε μια κονστρουκτιβιστική φιλοσοφία, ενθαρρύνοντας τη δημιουργική και αναλυτική προσέγγιση ακόμα και σύνθετων εννοιών (Capecchi et al., 2022).

Παραδείγματα περιλαμβάνουν την ανάλυση γράφων για μαθητές 15-16 ετών, με στόχο την κατανόηση της δομής και της αλληλεπίδρασης μεταξύ στοιχείων σε ένα δίκτυο, καθώς και τις Κάρτες Ενδιάμεσου Επιπέδου για μαθητές 10-12 ετών, που περιλαμβάνουν γρίφους με καθημερινά σενάρια, ενισχύοντας τη λογική, τη χρήση αλγορίθμων και τη μαθηματική σκέψη (Australian Maths Trust, 2025). Επίσης, οι πλατφόρμες CS4FN (CS for Fun), Teaching London Computing, code.org αποτελούν χρήσιμες πηγές δραστηριοτήτων με unplugged χαρακτήρα.

Εννοιολογική γνώση

Η Εννοιολογική Γνώση περιλαμβάνει τη συντακτική, τη σημασιολογική και τη σχηματική γνώση, που χρησιμοποιούνται ευρέως στον προγραμματισμό (Wong & Cheung, 2018). Η κατανόηση και η γνώση των εννοιών και των δομών της κωδικοποίησης/προγραμματισμού θεωρείται και η κύρια ικανότητα για την επίλυση των αντίστοιχων προβλημάτων (Kazakoff et al., 2013). Η ικανότητα της χρήσης αυτών των βασικών δομών αποτελούν βασική προϋπόθεση του προγραμματισμού. Η γνώση συνεπώς είτε εννοιολογική, είτε σημασιολογική θεωρείται προ απαιτούμενη για την επίλυση θεμάτων καθώς και με ένα σύνολο δεξιοτήτων όπως τον εντοπισμό σφαλμάτων και την διάσπαση προβλημάτων σε μικρότερα τμήματα.

Παιδαγωγική θεμελίωση της μεθόδου

Η εκπαιδευτική αξία των δραστηριοτήτων unplugged έγκειται στη δυνατότητα κατανόησης αφηρημένων εννοιών χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, γεγονός που συμβάλλει στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και της ομαδοσυνεργατικής μάθησης (Busuttil & Formosa, 2020). Η απουσία τεχνολογίας επιτρέπει τη συγκέντρωση στην έννοια, αποφεύγοντας τον περισπασμό από το τεχνικό περιβάλλον.

Η μέθοδος βασίζεται σε βασικές παιδαγωγικές αρχές, όπως (Bell & Vahrenhold, 2018): α) η αποφυγή χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών και προγραμματιστικών εργαλείων, β) ο έντονος παιγνιώδης και προκλητικός χαρακτήρας, γ) το υψηλό επίπεδο κιναισθητικής συμμετοχής, δ) η κονστρουκτιβιστική προσέγγιση, ε) η απλότητα στη διατύπωση οδηγιών και ε) η χρήση αφηγηματικών πλαισίων.

Unplugged Coding: Μάθηση χωρίς υπολογιστή

Η μέθοδος Unplugged Coding παρέχει μια εναλλακτική προσέγγιση στην εκμάθηση εννοιών της πληροφορικής χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται υλικά όπως χαρτί, μολύβι, κάρτες, φυσικά αντικείμενα ή κιναισθητικές δραστηριότητες. Αυτή η προσέγγιση ενισχύει τη μαθησιακή διαδικασία, ιδίως για αρχάριους, καθώς εστιάζει στην ουσία των υπολογιστικών εννοιών με κατανοητό και συχνά διασκεδαστικό τρόπο (Sigayret et al., 2022).

Η unplugged μεθοδολογία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιβάλλοντα με περιορισμένη πρόσβαση σε τεχνολογικά μέσα, καθώς παρέχει εναλλακτικές μορφές κατανόησης βασικών εννοιών. Μελέτες όπως του Demir (2021) επιβεβαιώνουν ότι ενισχύει την αυτοπεποίθηση και την ανοχή στην αβεβαιότητα. Οι δραστηριότητες unplugged μπορούν να λειτουργήσουν ως "σκαλοπάτι" πριν από την εισαγωγή σε plugged περιβάλλοντα, εξοικειώνοντας τους μαθητές με βασικές έννοιες όπως η αλγοριθμική σκέψη, ο εντοπισμός σφαλμάτων και η λογική αλληλουχία ενεργειών (Ballard & Haroldson, 2021).

Η unplugged προσέγγιση δεν αντικαθιστά τη χρήση υπολογιστών, αλλά λειτουργεί συμπληρωματικά. Έρευνες έχουν δείξει ότι μαθητές που συνδυάζουν unplugged με plugged δραστηριότητες εμφανίζουν υψηλότερη κατανόηση αλγοριθμικών εννοιών. Επιπλέον, οι unplugged δραστηριότητες καλλιεργούν τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών, ενισχύοντας τη μάθηση με παιγνιώδη τρόπο.

Αξιοποίηση των unplugged δραστηριοτήτων στην εκπαίδευση

Οι δραστηριότητες Unplugged Coding προσφέρουν έναν εναλλακτικό, βιωματικό και προσβάσιμο τρόπο διδασκαλίας σύνθετων εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών, χωρίς την ανάγκη χρήσης τεχνολογικών μέσων. Η απουσία οθόνης αποτρέπει την απόσπαση προσοχής, ενώ η χρήση φυσικών υλικών (όπως κάρτες, αυτοκόλλητα, πίνακες) ενισχύει τη μάθηση μέσω της πράξης (Battal et al., 2021). Η μάθηση μέσα από παιχνίδι και προκλήσεις παρέχει αυξημένο ενδιαφέρον, ενισχύει την αυτοπεποίθηση και οδηγεί σε θετική στάση απέναντι στην υπολογιστική σκέψη. Η εκπαιδευτική διαδικασία ενδυναμώνεται με την ενσωμάτωση αποστολών και σταδιακής πρόκλησης, καθώς οι μαθητές προοδεύουν από βασικές έννοιες σε πιο σύνθετες (Threekunprapa & Pratchayapong, 2020).

Μελέτες αναδεικνύουν δύο βασικά πλεονεκτήματα: α) Μείωση του γνωστικού φορτίου, αφού οι δραστηριότητες παρουσιάζονται ως παιχνίδι και όχι ως τεχνική άσκηση και β) Καλλιέργεια βιωματικής γνώσης, καθώς η σωματική δράση ενισχύει τη γνωστική κατανόηση (Romero et al., 2022).

Unplugged Coding στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Οι δραστηριότητες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση διακρίνονται σε δύο στάδια: βιωματικό και μεταγνωστικό. Οι μαθητές αρχικά εμπλέκονται ενεργά, και στη συνέχεια αναστοχάζονται πάνω στη διαδικασία μάθησης (Baldoni et al., 2024).

Παραδείγματα επιτυχημένων δραστηριοτήτων:

- Κυνήγι Θησαυρού, που βασίζεται σε εντολές της Logo για την ανάπτυξη αλγοριθμικής σκέψης (Tsarava et al., 2017).
- Twister με λογικές πύλες, που εισάγει τις έννοιες AND, OR, NOT με φυσική κίνηση (Busuttil & Formosa, 2020).
- PallinoCoding, που χρησιμοποιεί χρωματιστές μπάλες για την κατασκευή οπτικών μοτίβων μέσω εντολών (Capecchi et al., 2022).

Οι δραστηριότητες μπορούν να περιλαμβάνουν και αυτοσχέδιες κατασκευές, όπως λαβύρινθοι με καρέκλες ή διαγράμματα ροής με συμμετοχή των μαθητών ως "ρομπότ", ενισχύοντας τη μάθηση με χαμηλό τεχνολογικό κόστος (Romero et al., 2022).

Unplugged Coding στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Η ενασχόληση των εφήβων με unplugged δραστηριότητες κωδικοποίησης απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό για να διατηρηθεί το ενδιαφέρον και να εξασφαλιστεί η μάθηση.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

- Potato Pirates, όπου μέσω στρατηγικής παιχνιδιού και καρτών ενσωματώνονται προγραμματιστικές έννοιες όπως βρόχοι και συνθήκες (Huang et al., 2020).
- Treasure Hunter, που βασίζεται στη σύνθεση διαγραμμάτων ροής με σύμβολα εντολών και αποφάσεων, κάνοντας χρήση σχημάτων όπως ρόμβοι και παραλληλόγραμμα (Threekunprapa & Pratchayapong, 2020).

Υπολογιστική Σκέψη (ComputationalThinking)

Εννοιολογική προσέγγιση και χαρακτηριστικά της Υπολογιστικής Σκέψης

Η έννοια της υπολογιστικής σκέψης (Computational Thinking- CT) έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, χωρίς ωστόσο να έχει διαμορφωθεί ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός. Σύγχρονοι ορισμοί των Kılıçarslan και Kursat, (2019) και Saxena et al., (2019) τονίζουν τη διατύπωση προβλημάτων και λύσεων με τρόπο που να επιτρέπει την υλοποίησή τους από έναν υπολογιστικό παράγοντα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της υπολογιστικής σκέψης περιλαμβάνουν:

- Αφαίρεση: Εστίαση στα κρίσιμα στοιχεία ενός προβλήματος, αγνοώντας άσχετες λεπτομέρειες.
- Αποσύνθεση: Διάσπαση προβλήματος σε μικρότερα, διαχειρίσιμα μέρη.
- Αλγοριθμική σκέψη: Σχεδιασμός βημάτων προς την επίλυση προβλήματος.
- Αξιολόγηση: Επιλογή της πιο αποδοτικής λύσης, σύμφωνα με περιορισμούς.
- Γενίκευση/αναγνώριση προτύπων: Χρήση γνώσης από παλαιότερα προβλήματα σε νέα συμφραζόμενα.
- Αυτοματοποίηση, αποσφαλμάτωση, συλλογιστική σκέψη.

Συσχέτιση της Υπολογιστικής Σκέψης με τις unplugged δραστηριότητες

Η προσέγγιση CS Unplugged προσφέρει μια γέφυρα ανάμεσα στην έννοια της υπολογιστικής σκέψης και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (όπως τα μαθηματικά), δίχως να απαιτείται γνώση προγραμματισμού. Οι δραστηριότητες με σαφείς εντολές (όπως "στρίψε δεξιά", "εμπρός") επιτρέπουν την κατανόηση αλγορίθμων και συνθηκών, ενώ οι μαθητές εξασκούνται στην αυτό-αποτελεσματικότητα και στον συλλογισμό (Munasinghe et al., 2023).

Μη ψηφιακά περιβάλλοντα όπως τα επιτραπέζια παιχνίδια αποδεικνύονται κατάλληλα για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, χάρη στους καθορισμένους κανόνες, τις στρατηγικές επιλογές και την ανάγκη λογικού σχεδιασμού (Lee et al., 2020). Η καλλιέργεια της αφαιρετικής και αλγοριθμικής σκέψης οδηγεί στην επίλυση προβλημάτων μέσω δημιουργίας μοντέλων, επανατροφοδότησης και στρατηγικής χρήσης της πληροφορίας (Sohibun et al., 2024).

Μεθοδολογία της έρευνας

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των δραστηριοτήτων Unplugged Coding, την ενσωμάτωσή τους στις διδακτικές πρακτικές και τη συμβολή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Ειδικότερα, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται την παιδαγωγική αξία της unplugged κωδικοποίησης, καθώς και η επίδραση που εκτιμούν ότι έχει στην ανάπτυξη γνωστικών και υπολογιστικών δεξιοτήτων των μαθητών.

Ερευνητικά ερωτήματα

- Σε ποιο βαθμό εκτιμούν οι εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ότι οι δραστηριότητες Unplugged Coding συμβάλλουν στην απόκτηση Εννοιολογικής Γνώσης από τους μαθητές;
- Σε ποιο βαθμό θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ότι η εφαρμογή των Unplugged Coding δραστηριοτήτων ενισχύει την ανάπτυξη της Αλγοριθμικής Σκέψης των μαθητών;
- Σε ποιο βαθμό αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί ότι οι unplugged δραστηριότητες προάγουν τη δεξιότητα της Αξιολόγησης στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας;
- Υφίσταται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην εκτίμηση της δεξιότητας Αξιολόγησης, της Εννοιολογικής Γνώσης και της Αλγοριθμικής Σκέψης σε σχέση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών;
- Σε ποιο βαθμό οι ανεξάρτητες μεταβλητές, Εννοιολογική Γνώση και Αλγοριθμική Σκέψη, προβλέπουν την εξαρτημένη μεταβλητή Αξιολόγηση;
- Ποια είναι η φύση και η ένταση της συσχέτισης μεταξύ των βασικών μεταβλητών της έρευνας (Εννοιολογική Γνώση, Αλγοριθμική Σκέψη, Αξιολόγηση);

Δείγμα

Η παρούσα ερευνητική μελέτη βασίστηκε κυρίως στη χρήση δειγματοληψίας ευκολίας, ενώ παράλληλα επιχειρήθηκε η ενίσχυσή της μέσω της τεχνικής της χιονοστιβάδας. Το τελικό δείγμα της έρευνας αποτελείται από 103 εκπαιδευτικούς, εκ των οποίων 33 είναι άνδρες και 70 γυναίκες. Οι συμμετέχοντες εργάζονται σε σχολικές μονάδες Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Ερευνητικά εργαλεία

Για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων της παρούσας έρευνας επιλέχθηκε η χρήση ερωτηματολογίου, το οποίο βασίστηκε στο εργαλείο που έχει αναπτυχθεί από τους Servet Kılıc et al. (2021) και επικεντρώνεται στην καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Το τελικό ερωτηματολόγιο προέκυψε κατόπιν προσαρμογής του πρωτότυπου εργαλείου, βάσει παρατηρήσεων και εισηγήσεων ειδικών που συμμετείχαν σε πιλοτική εφαρμογή του. Η πιλοτική αυτή διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή τριμελούς ομάδας εκπαιδευτικών, οι οποίοι διαθέτουν εμπειρία στη διδασκαλία του προγραμματισμού μέσω δραστηριοτήτων unplugged.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Στο πρώτο μέρος περιλαμβάνονται ερωτήσεις δημογραφικού χαρακτήρα, μέσω των οποίων συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με το φύλο, την ηλικία, τον κλάδο σπουδών και τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία υπηρετούν οι συμμετέχοντες. Το κύριο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει συνολικά 33 δηλώσεις,

κατανεμημένες σε τρεις θεματικές ενότητες. Η πρώτη ενότητα (14 δηλώσεις) διερευνά την δεξιότητα αξιολόγησης των μαθητών μετά την εμπλοκή τους σε unplugged δραστηριότητες. Η δεύτερη ενότητα (12 δηλώσεις) εξετάζει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με την εννοιολογική γνώση που αποκτούν οι μαθητές τους μέσω των δραστηριοτήτων αυτών. Η τρίτη ενότητα (7 δηλώσεις) εστιάζει στην ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης των μαθητών. Οι απαντήσεις καταγράφονται με τη χρήση πενταβάθμιας κλίμακας Likert.

Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της διάθεσης ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, το οποίο σχεδιάστηκε με τη χρήση Google Forms. Η στατιστική ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων που προέκυψαν από τις απαντήσεις πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού λογισμικού Jamovi, έκδοσης 2.3.28.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Έλεγχος εσωτερικής συνοχής του ερευνητικού εργαλείου

Για την ενότητα που αφορά τη δεξιότητα Αξιολόγησης των μαθητών, ο συντελεστής Cronbach'*sα* ανέρχεται σε 0,875, υποδεικνύοντας υψηλή αξιοπιστία. Αντίστοιχα, για την ενότητα της Εννοιολογικής Γνώσης καταγράφηκε τιμή 0,844, ενώ για την Αλγοριθμική Σκέψη η τιμή διαμορφώνεται σε 0,780, ελαφρώς χαμηλότερη αλλά επίσης εντός αποδεκτών και υψηλών ορίων. Συνολικά, ο συντελεστής αξιοπιστίας για ολόκληρο το ερωτηματολόγιο υπολογίστηκε σε 0,939, τιμή που φανερώνει εξαιρετικά υψηλή εσωτερική συνοχή και ενισχύει την αξιοπιστία του εργαλείου μέτρησης.

Περιγραφική στατιστική ανάλυση

Στη συνέχεια, εξετάστηκαν οι μέσες τιμές (Μ.Ο.) και οι τυπικές αποκλίσεις (Τ.Α.) για κάθε μία από τις τρεις βασικές μεταβλητές του ερωτηματολογίου. Ο μέσος όρος αναδεικνύει τη γενική τάση των απαντήσεων, ενώ η τυπική απόκλιση παρέχει πληροφορίες για τη διασπορά των τιμών γύρω από αυτή τη μέση τιμή.

Όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 1, οι μέσες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 3,25 και 3,33 σε πενταβάθμια κλίμακα Likert, υποδηλώνοντας μια μέτρια προς θετική στάση των συμμετεχόντων έναντι των υπό εξέταση εννοιών. Οι τιμές της τυπικής απόκλισης, οι οποίες κυμαίνονται από 0,458 έως 0,509, είναι μικρότερες της μονάδας, γεγονός που καταδεικνύει σχετική ομοιογένεια στις απόψεις των συμμετεχόντων.

Πίνακας 1. Μέσος Όρος και Τυπική Απόκλιση

Μεταβλητές	Μ.Ο.	Τ.Α.
Αξιολόγηση	3,31	0,488
Εννοιολογική Γνώση	3,33	0,458
Αλγοριθμική Σκέψη	3,25	0,509

Συσχέτιση μεταξύ των εννοιών-μεταβλητών

Η συσχέτιση μεταξύ των τριών βασικών μεταβλητών της παρούσας μελέτης -Αξιολόγηση, Εννοιολογική Γνώση και Αλγοριθμική Σκέψη- εξετάστηκε με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης Pearson (r).

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2, διαπιστώνεται ισχυρή και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της Αξιολόγησης και της Εννοιολογικής Γνώσης, με τιμή r = 0,891. Η εν λόγω τιμή αποτελεί την υψηλότερη συσχέτιση που καταγράφηκε μεταξύ των μεταβλητών του ερωτηματολογίου και υποδηλώνει ιδιαίτερα στενή σχέση μεταξύ των δύο εννοιών.

Η συσχέτιση μεταξύ της Αξιολόγησης και της Αλγοριθμικής Σκέψης παρουσιάζει επίσης υψηλή τιμή, r = 0,759, η οποία υποδηλώνει θετική και στατιστικά σημαντική σύνδεση. Παρομοίως, η συσχέτιση μεταξύ της Εννοιολογικής Γνώσης και της Αλγοριθμικής Σκέψης ανέρχεται σε r = 0,722, καταδεικνύοντας ότι και οι δύο μεταβλητές σχετίζονται σε σημαντικό βαθμό. Όλοι οι συντελεστές συσχέτισης είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο $p < 0,001$.

Συνολικά, η Εννοιολογική Γνώση εμφανίζει την ισχυρότερη συσχέτιση με την Αξιολόγηση, ενώ η Αλγοριθμική Σκέψη συνδέεται επίσης θετικά και σημαντικά και με τις δύο υπόλοιπες μεταβλητές.

Πίνακας 2. Συσχέτιση κατά Pearson's *r* μεταξύ των Εννοιών-Μεταβλητών

	Αξιολόγηση	Εννοιολογική Γνώση
Αξιολόγηση	–	
Εννοιολογική Γνώση	0,891***	–
Αλγοριθμική Σκέψη	0,759***	0,722***

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Έλεγχος διαφοροποιήσεων των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών ως προς τα δημογραφικά χαρακτηριστικά

Σε σχέση με τη διερεύνηση πιθανών διαφορών με βάση τα δίτιμα χαρακτηριστικά φύλο και βαθμίδα εκπαίδευσης, εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann-Whitney U, καθώς δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις κανονικότητας των δεδομένων σύμφωνα με τον έλεγχο Shapiro Wilk. Όσον αφορά το φύλο, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών για τις τρεις υπό μελέτη μεταβλητές. Συγκεκριμένα, οι τιμές p = 0,911 (Αξιολόγηση), p = 0,980 (Εννοιολογική Γνώση) και p = 0,674 (Αλγοριθμική Σκέψη) υπερβαίνουν το αποδεκτό όριο σημαντικότητας > 0,05. Αντίστοιχα, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις και ως προς τη βαθμίδα εκπαίδευσης (Πρωτοβάθμια ή Δευτεροβάθμια), στην οποία εργάζονται οι συμμετέχοντες με τιμές p = 0,597 (Αξιολόγηση), p=0,387 (Εννοιολογική Γνώση) και p = 0,775 (Αλγοριθμική Σκέψη).

Για τις πολυκατηγορικές μεταβλητές ηλικία και επιστημονική κατεύθυνση, εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis, καθώς οι ομάδες σύγκρισης δεν πληρούν τις παραδοχές της κανονικότητας. Τα αποτελέσματα δείχνουν απουσία στατιστικά σημαντικών διαφορών και στις δύο μεταβλητές. Ειδικότερα, για την ηλικία, οι τιμές p = 0,312 (Αξιολόγηση), p=0,195 (Εννοιολογική Γνώση) και p = 0,131 (Αλγοριθμική Σκέψη) είναι σημαντικά μεγαλύτερες του ορίου 0,05, καθώς και ως προς την επιστημονική κατεύθυνση με p = 0,441 για την Αξιολόγηση, p = 0,391 για την Εννοιολογική Γνώση και p = 0,236 για την Αλγοριθμική Σκέψη.

Συνοψίζοντας, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών δεν φαίνεται να επηρεάζουν ουσιαστικά τις απόψεις τους αναφορικά με την εφαρμογή των unplugged δραστηριοτήτων και στις τρεις θεωρητικές έννοιες που εξετάστηκαν.

Ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης και GLM μοντέλου διαμεσολάβησης

Προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών -Εννοιολογική Γνώση και Αλγοριθμική Σκέψη- στην εξαρτημένη μεταβλητή της Αξιολόγησης, εφαρμόστηκε ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης. Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 ανέρχεται σε 0,821,

γεγονός που σημαίνει ότι το 82,1% της συνολικής διακύμανσης της μεταβλητής Αξιολόγηση ερμηνεύεται από τη συλλογική επίδραση των δύο ανεξάρτητων μεταβλητών. Η υψηλή αυτή τιμή υποδηλώνει ισχυρή προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου.

Όσον αφορά τους συντελεστές β, η μεταβλητή Εννοιολογική Γνώση παρουσιάζει τιμή β=0,716, καταδεικνύοντας ισχυρή και θετική επίδραση στην εξαρτημένη μεταβλητή. Αντιθέτως, η μεταβλητή Αλγοριθμική Σκέψη, με β = 0,242, ασκεί μέτρια αλλά θετική επίδραση στην Αξιολόγηση. Παρότι η συμβολή της είναι μικρότερη σε σύγκριση με την Εννοιολογική Γνώση, παραμένει στατιστικά σημαντική. Και για τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, η τιμή p < 0,001 επιβεβαιώνει ότι οι παρατηρούμενες επιδράσεις είναι στατιστικά σημαντικές, αποδεικνύοντας πως οι μεταβλητές συμβάλλουν ουσιωδώς στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών ως προς την Αξιολόγηση. Η μεταβλητή Εννοιολογική Γνώση κατόπιν ελέγχου GLM Mediation Model παρουσιάζεται ως κρίσιμος διαμεσολαβητικός παράγοντας του επίδρασης της μεταβλητής Αλγοριθμική στη μεταβλητή Αξιολόγηση με β = 0,517 σε επίπεδο σημαντικότητας p < 0,001.

Συζήτηση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων κατέδειξε ότι ο μέσος όρος των απαντήσεων για όλες τις μεταβλητές αποτυπώνει μια γενικά θετική στάση των εκπαιδευτικών, ενώ οι τιμές της τυπικής απόκλισης δείχνουν σχετική ομοιογένεια στις αντιλήψεις του δείγματος.

Παρά τις διαφορετικές απόψεις που καταγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τον ρόλο των δημογραφικών χαρακτηριστικών στη διδακτική προσέγγιση των εκπαιδευτικών (Thurlins et al., 2015), κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί πώς αυτά εκλαμβάνονται στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σύμφωνα με τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, το φύλο, η ηλικία, ο επιστημονικός κλάδος ή η βαθμίδα εκπαίδευσης δεν φαίνεται να διαφοροποιούν σημαντικά τις στάσεις τους.

Μέσα από την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης αναδείχθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται την Εννοιολογική Γνώση ως κρίσιμο παράγοντα που επηρεάζει την ικανότητα αξιολόγησης, ενώ θεωρούν ότι και η Αλγοριθμική Σκέψη έχει θετική, αν και ηπιότερη, συνεισφορά. Οι απόψεις αυτές συνάδουν με τη σχετική βιβλιογραφία. Οι Brennan και Resnick (2012) υπογραμμίζουν ότι η εννοιολογική κατανόηση αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση αλγορίθμων και στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων. Από την άλλη πλευρά η ανάλυση του GLM μοντέλου υποδεικνύει ότι η Αξιολόγηση δεν αποτελεί απομονωμένη δεξιότητα, αλλά δομείται επάνω στην αλληλεπίδραση μεταξύ Αλγοριθμικής Σκέψης και Εννοιολογικής Γνώσης.

Σύγχρονες μελέτες (Wong et al., 2024) αναγνωρίζουν την αξιολόγηση π.χ. με δραστηριότητες εύρεσης λαθών, ως θεμελιώδη δεξιότητα, άρρηκτα συνδεδεμένη με την κατανόηση και την εφαρμογή αλγοριθμικών εννοιών, ενώ τονίζουν ότι η Αλγοριθμική Σκέψη και η Εννοιολογική Γνώση είναι στενά αλληλένδετες.

Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της ποσοτικής ανάλυσης ανέδειξαν μια μέτρια προς θετική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στη μέθοδο, αν και η διστακτικότητα στις απαντήσεις φανερώνει ενδεχομένως περιορισμένη εξοικείωση ή εμπειρία με την εφαρμογή της. Η μετριοπαθής στάση πολλών εκπαιδευτικών πιθανώς ερμηνεύεται ως ένδειξη έλλειψης γνώσης και πληροφόρησης σχετικά με τα οφέλη και τις παιδαγωγικές δυνατότητες της μεθόδου.

Η αποτελεσματική ένταξη τέτοιων δραστηριοτήτων στην εκπαιδευτική διαδικασία απαιτεί σχεδιασμό, προετοιμασία και παιδαγωγική προσαρμογή από τον εκπαιδευτικό, με έμφαση στη δημιουργία δραστηριοτήτων που προσελκύουν το ενδιαφέρον όλων των μαθητών, ανεξαρτήτως ηλικίας ή γνωστικού επιπέδου. Το εύρημα ότι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων δεν επηρέασαν τις αντιλήψεις τους σχετικά με τη μέθοδο αναδεικνύει τον καθολικό χαρακτήρα των Unplugged Coding δραστηριοτήτων, οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν ανεξάρτητα από τεχνολογικές δεξιότητες ή πόρους, με χαμηλό κόστος και χωρίς τη χρήση εξοπλισμού.

Η στατιστική ανάλυση ανέδειξε την ισχυρή και θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών Αξιολόγηση, Εννοιολογική Γνώση και Αλγοριθμική Σκέψη, επιβεβαιώνοντας ότι οι Unplugged Coding δραστηριότητες συντελούν ουσιαστικά στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης. Ικανότητες όπως η κατανόηση σύνθετων προγραμματιστικών εννοιών, η επίλυση προβλημάτων και η αξιολόγηση διαφορετικών λύσεων, αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας και συμβάλλουν στην ενίσχυση της κριτικής σκέψης των μαθητών.

Συνολικά, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης ενισχύουν την άποψη ότι οι Unplugged Coding δραστηριότητες αποτελούν μια παιδαγωγικά τεκμηριωμένη, ευέλικτη και προσβάσιμη προσέγγιση για την εισαγωγή των μαθητών στον κόσμο του προγραμματισμού.

Περιορισμοί-προτάσεις

Παρά το ενδιαφέρον των ευρημάτων, η μελέτη παρουσιάζει περιορισμούς: το δείγμα (N=103) δεν είναι αντιπροσωπευτικό όλων των εκπαιδευτικών, καθώς είναι ολιγάριθμο και βασίστηκε σε δειγματοληψία ευκολίας και χιονοστιβάδας. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να ενσωματώσουν πειραματικά σχέδια ή μεθόδους ποιοτικής παρατήρησης.

Αναφορές

Australian Maths Trust (2025). Berbas Unplugged. https://www.amt.edu.au/bebras-unplugged

Baldoni, M., Baroglio, C., Bucciarelli, M., Micalizio, R., Gandolfi, E., Iani, F., Marengo, E., & Capecchi, S. (2024). *Thinking strategies training to support the development of machine learning understanding. a study targeting fifth-grade children.* Association for Computing Machinery. https://dx.doi.org/10.1145/3664934.3664955

Ballard, E., & Haroldson, R. (2021). Analysis of Computational Thinking in children's literature for K-6 students: Literature as a non-programming unplugged resource. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(8), 1487-1516. https://dx.doi.org/10.1177/07356331211004048

Battal, A., Adanir, G., &Gulbahan, Y. (2021). Computer Science unplugged: A systematic literature review. *Journal of Educational Technology*,*50*(1). 1-24. https://dx.doi.org/10.1177/00472395211018801

Bell, T. (2021). CS unplugged or coding classes? *Communications of the ACM*, *64*(5), 25-27. https://dx.doi.org/10.1145/3457195

Bell, T., & Vahrenhold, J. (2018). CS Unplugged—How is it used, and does it work? In H. J.Böckenhauer, G. Komm, & W. Unger (Eds.), *Adventures between lower bounds and higher altitudes. Lecture notes in Computer Science* (vol. 11011, pp. 497-521). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98355-4_29

Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (1998). *Computer Science unplugged: Off-line activities and games for all ages*. https://classic.csunplugged.org/documents/books/english/unplugged-book-v1.pdf

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (pp. 13-17). AERA. http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Busuttil, L., & Formosa, M. (2020). Teaching computing without computers: unplugged computing as a pedagogical strategy. *Informatics in Education*, *9*(4), 569-587. https://dx.doi.org/10.15388/infedu.2020.25

Capecchi, S., Gena, C., & Lombardi, L. (2022). Visual and unplugged coding with smart toys. *AVI '22: Proceedings of the 2022 International Conference on Advanced Visual Interfaces* (pp. 1-5). ACM. https://dx.doi.org/10.1145/3531073.3531180

CS unplugged. (2024). *Computer Science without a computer*. https://www.csunplugged.org/en/

Demir, U. (2021). The effect of unplugged coding education for special education students on problem-solving skills. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 3*(4), 3-30. https://dx.doi.org/10.21585/ijcses.v4i3.95

Huang, W., Batura, A., & Seah, T. (2020). *The design and implementation of "unplugged" game-based learning in computing education*. SocArXiv preprint. https://dx.doi.org/10.31235/osf.io/ykq82

Kazakoff, E., Sullivan, A., & Bers, M. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal, 41*, 245-255. https://dx.doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5

Kılıc, S., Gokoglu, S., & Ozturk, M. (2021). A valid and reliable scale for developing programming-oriented computational thinking. *Journal of Educational Computing*, *59*(2), 257-286. https://dx.doi.org/10.1177/0735633120964402

Lee, V., Poole, F., Clarke-Midura, J., Recker, M., & Rasmussen, M. (2020). Introducing coding through tabletop board games and their digital instantiations across elementary classrooms and school libraries. *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, (pp. 787-793). ACM. https://dx.doi.org/10.1145/3328778.3366917

Munasinghe, B., Bell, T., & Rodins, A. (2023). Unplugged activities as a catalyst when teaching introductory programming. *Journal of Pedagogical Research*, *7*(2) 56-71. https://dx.doi.org/10.33902/JPR.202318546

Mutoharoh, A., Hhfad, A., Faturrohman, M., & Rusdiyani, I. (2021). Unplugged coding activities for early childhood problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan Usia Dini*, *15*(1), 121-140. https://dx.doi.org/10.21009/JPUD.151.07

Romero, M., Vieville, T., & Duflot-Kremer, M. (2022). *Activity for learning computational thinking in plugged and unplugged mode*. UCA-INSPE Académie de Nice.

Saxena, A., Kwan Lo, C., Foon Hew, K., & Wai Wong, G. (2019). Designing unplugged and plugged activities to cultivate computational thinking: An exploratory study in early childhood education. *Asia-Pacific Educational Research*, *29*, 55-66. https://dx.doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w

Sibel Kılıçarslan, C., & FatifKursat, C. (2019). An overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*. https://dx.doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53

Sigayret, K., Tricot, A., & Blanc, N. (2022). Unplugged or plugged-in programming learning: a comparative experimental study. *Computers & Education*, *184*, 104505. https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104505

Sohibun, S., Setiawan, A., Samsudin, A., & Suhandi, A. (2024). Computational thinking, plug and unplug theory: A review of the literature. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*, *27*, 164-177. https://dx.doi.org/10.55549/epstem.1518771

Threekunprapa, A., & Pratchayapong, Y. (2020). Unplugged Coding using flowblocks for promoting computational thinking and programming among secondary school students. *International Journal of Instruction, 13*, 207-222. https://dx.doi.org/10.29333/iji.2020.13314a

Thurlins, M., Evers, A., & Vermerlen, M.(2015). Toward a model of explaining teachers' innovative behavior: A literature review. *Review of Educational Research, 85*, 430-471. https://dx.doi.org/10.3102/0034654314557949

Tsarava, K., Moeller, K., Pinkwart, N., Butz, M., Trautwein, T., & Ninaus, M. (2017). Training Computational Thinking: Game-based unplugged and plugged-in activities in primary school. *Proceedings of 11th European Conference on Game-Based Learning ECGBL* (pp. 687-695). ACI.

Wong, G.K.W., Jian, S., & Cheung, H.Y. (2024). Engaging children in developing algorithmic thinking and debugging skills in primary schools: A mixed-methods multiple case study. *Education and Information Technologies 29*, 16205-16254. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12448-x

Wong, G.K.W., & Cheung, H.Y. (2018). Exploring children's perceptions of developing. *Interactive Learning Environments, 28*, 438-450. https://dx.doi.org/10.1080/10494820.2018.1534245

2. Διδακτικές Παρεμβάσεις και Αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης

Καλλιεργώντας την Υπολογιστική Σκέψη σε Μαθητές με Οπτική Αναπηρία Μέσω Unplugged Δραστηριοτήτων

Αριάδνη Αβραμίδου, Ιωάννης Καζανίδης
aravrami@cs.duth.gr, kazanidis@cs.duth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η παρούσα ποιοτική περιγραφική μελέτη αποσκοπεί στη διερεύνηση ανάπτυξης των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές με οπτική αναπηρία χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων (unplugged). Στην έρευνα συμμετείχαν επτά μαθητές με οπτική αναπηρία οι οποίοι συμμετείχαν σε δύο ειδικά σχεδιασμένες unplugged δραστηριότητες. Η ερευνητική στρατηγική περιλάμβανε τη φάση εξοικείωσης, την ερευνητική παρέμβαση και την ποιοτική συλλογή των δεδομένων , ακολουθώντας το 3D Framework των Brennan & Resnick (2012). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων οι μαθητές φάνηκε να επιδεικνύουν δεξιότητες αναγνώρισης προτύπων και αλγοριθμικού σχεδιασμού ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε ενίσχυση των συνεργατικών, επικοινωνιακών κι εκφραστικών δεξιοτήτων. Η μελέτη αναδεικνύει τη σημασία ανάπτυξης προσβάσιμων unplugged δραστηριοτήτων υπολογιστικής σκέψης για μαθητές με οπτική αναπηρία ενώ καταλήγει σε προτάσεις για μελλοντικές έρευνες κι εκπαιδευτικές πολιτικές.

Λέξεις κλειδιά: unplugged, αλγοριθμικός σχεδιασμός, αναγνώριση προτύπων, οπτική αναπηρία, υπολογιστική σκέψη

Εισαγωγή

Η υπολογιστική σκέψη ως μια διαδικασία που περιλαμβάνει την ανάλυση προβλημάτων, το σχεδιασμό αλγορίθμων και την αξιοποίηση υπολογιστικών εργαλείων έχει αναγνωριστεί ως μια κρίσιμη δεξιότητα του 21ου αιώνα (Acevedo-Borrega et al., 2022) και εισήχθη για πρώτη φορά από τον Papert (1980) ως μέσο εκμάθησης μέσω της διερεύνησης και της δημιουργικότητας. Δεν αφορά απλώς τη χρήση των υπολογιστών, αλλά αποτελεί ένα πολύπλοκο σύνολο δεξιοτήτων το οποίο επιτρέπει την επίλυση προβλημάτων μέσω της χρήσης εννοιών πληροφορικής, όπως την αναγνώριση προτύπων και την αλγοριθμική σκέψη (Wing, 2006). Η υπολογιστική σκέψη δεν περιορίζεται μόνο στους επιστήμονες της Πληροφορικής αλλά αποτελεί μια βασική δεξιότητα του 21ου αιώνα που συνδέεται άμεσα με την καθημερινή ζωή και τον ψηφιακό εγγραμματισμό (Bati, 2022). Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες χώρες περιλαμβάνουν στα προγράμματα σπουδών τους την ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης (Seckel et al., 2023). Από την πρώιμη παιδική ηλικία η ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης θεωρείται ζωτικής σημασίας για την προετοιμασία των μαθητών να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της ψηφιακής εποχής, καθώς δεν αποκτούν απλώς τεχνικές ικανότητες αλλά ενισχύουν την ικανότητά τους να αναλύουν και να διαχειρίζονται πληροφορίες σε ποικίλα πλαίσια (Li et al., 2022).

Ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων

Οι δραστηριότητες που στοχεύουν στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης διακρίνονται σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη χρήση ψηφιακών μέσων (plugged), για παράδειγμα εκπαιδευτικά ρομπότ (Yu & Roque, 2018) και δραστηριότητες που πραγματοποιούνται χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων (unplugged), εστιάζοντας στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης μέσα από σωματικές δραστηριότητες ή εκπαιδευτικές

στρατηγικές με τη χρήση χειροπιαστών αντικειμένων, όπως χαρτί και μολύβι (Zhang et al., 2024).

Οι δραστηριότητες αυτές θεωρούνται ένα πρακτικό σημείο έναρξης προετοιμασίας για πιο αναπτυγμένες προγραμματιστικές δεξιότητες, αποτελώντας μια προσέγγιση χαμηλού κόστους, η οποία ενισχύει την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης (Zhang et al., 2024) και προσφέρει ισότιμες ευκαιρίες πρόσβασης σε όλους, είτε πρόκειται για μαθητές με περιορισμένη πρόσβαση σε ψηφιακά μέσα είτε για μαθητές με αναπηρία (Cortina, 2015).

Υπολογιστική σκέψη κι άτομα με οπτική αναπηρία

Η αφή αποτελεί μια αίσθηση η οποία παρέχει πλούσια ποικιλία πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητες των αντικειμένων ενώ στη διαδικασία της μάθησης η χρήση απτών αντικειμένων είναι καίρια για την εξερεύνηση αφηρημένων εννοιών (Racat & Capelli, 2020). Οι δραστηριότητες χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων καθιστούν προσβάσιμη την εκμάθηση βασικών εννοιών υπολογιστικής σκέψης για άτομα με οπτική αναπηρία, καθώς δεν είναι απαραίτητη η χρήση υποστηρικτικών τεχνολογιών για την πρόσβαση στην πληροφορία, (Hadwen-Bennett et al., 2018). Οι κεντρικές έννοιες της υπολογιστικής σκέψης γίνονται προσιτές μέσα από την πράξη, καθώς τα άτομα με οπτική αναπηρία χρησιμοποιούν το σώμα τους και την απτική αλληλεπίδραση ως εργαλεία σκέψης και κατανόησης (Meulen van der, 2023). Οι δραστηριότητες χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων (unplugged) εμπλέκουν σωματικά τους χρήστες με οπτική αναπηρία, ενεργοποιούν τον συλλογιστικό τρόπο σκέψης και δημιουργούν αισθησιοκινητικές εμπειρίες, δίνοντας θετική επίδραση στην εμπλοκή και την ευχαρίστηση (Marshall, 2007). Βασίζονται στην ενσώματη αλληλεπίδραση σύμφωνα με την οποία η γνώση δημιουργείται ως αλληλεπίδραση του ατόμου με τον γύρο κόσμο μέσω του μυαλού και του σώματος. Η ενσώματη μάθηση σχετίζει την εμπειρία, την αίσθηση, την κίνηση, τη δράση του σώματος και του μυαλού καθώς δε θεωρούνται ξεχωριστές αλλά συνδέονται μεταξύ τους (Gallese & Lakoff, 2005).

Η εφαρμογή της υπολογιστικής σκέψης με μη ψηφιακά μέσα σε μαθητές με οπτική αναπηρία παραμένει ένας μη επαρκώς διερευνημένος τομέας (Meulen van der, 2023). Οι περισσότερες unplugged δραστηριότητες έχουν σχεδιαστεί ώστε η πρόσβαση στο υλικό να γίνεται κυρίως οπτικά γεγονός που δεν δίνει πρόσβαση στα άτομα με οπτική αναπηρία να συμμετέχουν ισότιμα, καθώς δεν διασφαλίζεται πάντοτε η πλήρης προσβασιμότητα σε ψηφιακά περιβάλλοντα που σχεδιάστηκαν κυρίως με βάση την οπτική αλληλεπίδραση (Meulen van der, 2023). Η απουσία προσαρμοσμένων προσεγγίσεων που να αξιοποιούν τις υπόλοιπες αισθήσεις με πολυτροπικό τρόπο περιορίζει τη δυνατότητα αυτών των μαθητών να αναπτύξουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης μέσα από τη βιωματική μάθηση (Milne & Ladner, 2018). Σκοπός της παρούσας ποιοτικής περιγραφικής μελέτης παρέμβασης είναι να διερευνηθεί με ποιον τρόπο οι μαθητές με οπτική αναπηρία μπορούν να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, όπως ο σχεδιασμός αλγορίθμων και η αναγνώριση προτύπων μέσα από δραστηριότητες χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων, αξιοποιώντας την κιναισθητική εμπειρία. Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία τέθηκαν ήταν τα εξής:

(1) Με ποιον τρόπο οι μαθητές με οπτική αναπηρία μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες αναγνώρισης προτύπων μέσω unplugged δραστηριοτήτων;
(2) Πώς μπορούν οι μαθητές με οπτική αναπηρία να αναπτύξουν δεξιότητες αλγοριθμικού σχεδιασμού μέσω unplugged δραστηριοτήτων;
(3) Πώς οι μαθητές με οπτική αναπηρία αναπτύσσουν συνεργατικές δεξιότητες και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσω των unplugged δραστηριοτήτων;

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Το δείγμα αποτελούνταν από 7 μαθητές (Α = 4, Θ = 3) με οπτική αναπηρία (ολική απώλεια όρασης = 2, μερική απώλεια όρασης = 5) ηλικίας 6-13 ετών. Πέρα από την οπτική αναπηρία, ορισμένοι μαθητές είχαν και συνοδές αναπηρίες π.χ. μαθησιακές δυσκολίες ενώ κανένας από τους μαθητές δεν είχε προηγούμενη εμπειρία με δραστηριότητες υπολογιστικής σκέψης. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Ειδικό Δημοτικό Σχολείο Τυφλών Θεσσαλονίκης στο πλαίσιο δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν για την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Προγραμματισμού (EU Code Week). Για τη συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα διαμοιράστηκε κι ελήφθη γραπτή συγκατάθεση μέσω εντύπου συναίνεσης από τους γονείς ενώ τηρήθηκαν όλες οι αρχές της ηθικής δεοντολογίας, διασφαλίζοντας των ανωνυμία και την εθελοντική συμμετοχή των παιδιών.

Πορεία έρευνας

Η παρούσα παρέμβαση υιοθέτησε μια ποιοτική ερευνητική στρατηγική προσαρμοσμένη στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών με οπτική αναπηρία. Πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της συμμετοχής του σχολείου στην Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Προγραμματισμού (EU Code Week), κατά την οποία δημιουργήθηκαν δύο δραστηριότητες (Δραστηριότητα 1/αναγνώριση μοτίβων & Δραστηριότητα 2/αλγοριθμικός σχεδιασμός) χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων (unplugged) με σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές με οπτική αναπηρία. Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκαν υλικά, ειδικά προσαρμοσμένα στις ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών με οπτική αναπηρία, όπως ανάγλυφες εκτυπώσεις σε μικροκαψουλικό χαρτί, υλικά με διαφορετικές υφές κι ανάγλυφη ταινία διαγράμμισης οδηγών όδευσης, ώστε να διασφαλιστεί η προσβασιμότητα, η ενεργός συμμετοχή τους και η καλλιέργεια της ανεξαρτησίας. Η επιλογή της σειράς των δραστηριοτήτων βασίστηκε στο θεωρητικό μοντέλο Υ.Σ. (Brennan & Resnick, 2012), σύμφωνα με το οποίο η αναγνώριση μοτίβων αποτελεί θεμελιώδη δεξιότητα για την ανάπτυξη και σχεδιασμό αλγορίθμων. Επιπλέον, με βάση την αρχή της προοδευτικής οικοδόμησης της γνώσης (Vygotsky & Cole, 1978) οι μαθητές ωφελούνται από δομημένες, κλιμακούμενης πολυπλοκότητας δραστηριότητες, προσεγγίζοντας τον αλγοριθμικό σχεδιασμό με ήδη ανεπτυγμένες δεξιότητες αναγνώρισης και ομαδοποίησης πληροφοριών.

Πριν από την έναρξη των δραστηριοτήτων, πραγματοποιήθηκε ενημέρωση κι εκπαίδευση σε δύο επιπλέον εκπαιδευτικούς της σχολικής μονάδας, οι οποίοι συμμετείχαν στην υλοποίηση των δραστηριοτήτων και περιλάμβανε την αναλυτική παρουσίαση του θεωρητικού υπόβαθρου καθώς και την παρουσίαση και προσομοίωση των δραστηριοτήτων. Η εκπαίδευση αυτή κρίθηκε απαραίτητη ώστε να διασφαλιστεί η συνέπεια, η ακρίβεια και η αμεροληψία στην εφαρμογή των δραστηριοτήτων ώστε να μην υπάρχουν αποκλίσεις.

Η ερευνητική διαδικασία οργανώθηκε σε δύο βασικές φάσεις (α) τη φάση εξοικείωσης και (β) της φάση ερευνητικής παρέμβασης (Πίνακας 1).

Φάση εξοικείωσης

Πριν από τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων οργανώθηκε μια φάση εξοικείωσης διάρκειας 45 λεπτών για την κάθε δραστηριότητα όπου παρουσιάστηκαν στους μαθητές οι βασικές έννοιες και τα υλικά που θα χρησιμοποιούσαν.

Πίνακας 1. Ερευνητική διαδικασία

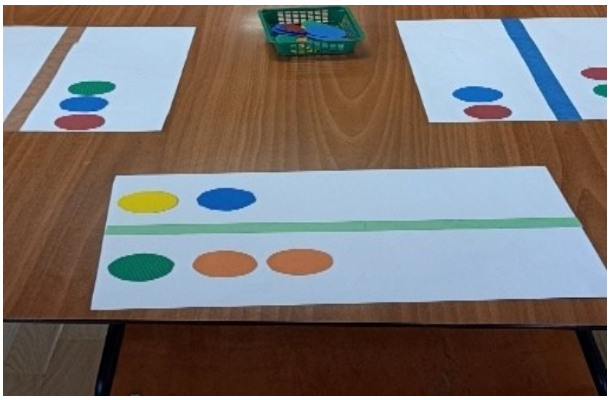
Ημέρα	Φάση	Διάρκεια	Περιγραφή
1η Ημέρα	Φάση εξοικείωσης/Δραστηριότητα 1	45′	Εξοικείωση με την έννοια του μοτίβου και αναγνώριση των υφών των κύκλων
2η Ημέρα	Φάση Παρέμβασης/Δραστηριότητα 1	45′	Αναγνώριση και συνέχιση μοτίβων
3η Ημέρα	Φάση εξοικείωσης/Δραστηριότητα 2	45′	Εξοικείωση με το επιδαπέδιο ταμπλό και τα απτικά βέλη
4η Ημέρα	Φάση Παρέμβασης/ Δραστηριότητα 2	90′	Σχεδιασμός κι εκτέλεση αλγορίθμου
5η Ημέρα	Συλλογή Δεδομένων/Αναστοχασμού	45′	Καταγραφή παρατηρήσεων/ Συζήτηση εμπειριών

Στη φάση εξοικείωσης με την πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να πιάσουν τις διαφορετικές υφές των κύκλων και να κατανοήσουν τη λογική στη συνέχεια των μοτίβων. Για την καταγραφή της αρχικής εξοικείωσης με βασικές αρχές της υπολογιστικής σκέψης, για παράδειγμα "τί είναι μοτίβο", χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο κατανόησης διχοτομικής κλίμακας.

Στη φάση εξοικείωσης πριν από τη δεύτερη δραστηριότητα ήταν σημαντικό να διασφαλιστεί ότι όλοι οι μαθητές, ανεξάρτητα απ' το επίπεδο οπτικής αναπηρίας, θα είχαν ισότιμη πρόσβαση στη διαδικασία πλοήγησης. Αρχικά, οι μαθητές κλήθηκαν να πλοηγηθούν στο χώρο που είχε οροθετηθεί στο πάτωμα και να τον εξερευνήσουν μέσω της αφής και της κίνησης. Στη συνέχεια, εκπαιδεύτηκαν να αναγνωρίζουν τις βασικές εντολές κινήσεων (βήμα μπροστά, στροφή δεξιά, στροφή αριστερά). Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκτελέσουν τις βασικές κινήσεις χωρίς να χρησιμοποιηθούν τα βέλη ώστε να εξοικειωθούν με το ταμπλό και τις εντολές κινήσεων. Τέλος, έγινε μια πολύ σύντομη πρακτική εφαρμογή όπου οι μαθητές σχημάτισαν έναν πολύ απλό αλγόριθμο και τον εκτέλεσαν πάνω στο ταμπλό υπό τη συνεχή λεκτική καθοδήγηση των εκπαιδευτικών.

Φάση ερευνητικής παρέμβασης

Η πρώτη δραστηριότητα με τίτλο *Find the Dot* (Σχήμα 1) είχε διάρκεια 45 λεπτά και υλοποιήθηκε ταυτόχρονα απ' όλους τους μαθητές στην αίθουσα πολλαπλών δραστηριοτήτων. Στόχος της ήταν η ανάπτυξη δεξιοτήτων αναγνώρισης μοτίβων, το οποίο αποτελεί βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ζευγάρια και μία ομάδα των τριών, έτσι ώστε σε κάθε ομάδα να υπάρχει ένας μαθητής με ολική απώλεια όρασης κι ένας με μερική. Η δραστηριότητα ξεκινούσε με την παρουσίαση ενός αρχικού τμήματος του μοτίβου, για παράδειγμα κόκκινος κύκλος-μπλε κύκλος-κόκκινος κύκλος-μπλε κύκλος, όπου το κάθε χρώμα είχε και διαφορετική υφή. Οι μαθητές εξερευνούσαν απτικά το μοτίβο αγγίζοντας το, εντοπίζοντας τη διαφορετική υφή και προσπαθούσαν να το συνεχίσουν. Λεκτική καθοδήγηση από τους εκπαιδευτικούς υπήρχε μόνο όπου κρινόταν απαραίτητο. Οι μαθητές ενθαρρύνονταν να συνεργαστούν μεταξύ τους και να εκφράσουν τις σκέψεις τους ενώ σε περίπτωση που κάποιος κύκλος τοποθετούνταν λανθασμένα οι εκπαιδευτικοί καθοδηγούσαν τους μαθητές λεκτικά ώστε να εντοπίσουν μόνοι τους το λάθος και να το επιλύσουν.



Σχήμα 1 Δραστηριότητα αναγνώρισης μοτίβων

Η δεύτερη δραστηριότητα με τίτλο ***Find the Acorn*** (Σχήμα 2) είχε διάρκεια 90 λεπτά και υλοποιήθηκε απ΄ τους μαθητές στον ανοιχτό χώρο του γυμναστηρίου. Στόχος ήταν η ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού αλγορίθμων, ακολουθίας ενεργειών κι αποσύνθεσης προβλήματος μέσα από την κίνηση και την εμπλοκή του σώματος. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και κλήθηκαν να φανταστούν ότι ήταν "σκίουροι" που έπρεπε να ακολουθήσουν μια διαδρομή για να φτάσουν σε ένα "βελανίδι" που ήταν τοποθετημένο σε συγκεκριμένη θέση. Στην αρχή της δραστηριότητας κάθε ομάδα αφού εξερευνούσε το επιδαπέδιο ταμπλό ώστε να εντοπίσει σε ποιο σημείο βρίσκεται το βελανίδι, συνεργαζόταν για να συνθέσει έναν αλγόριθμο κινήσεων με τις κάρτες-βέλη ώστε να φτάσουν στο βελανίδι. Οι μαθητές έπρεπε να συνεργαστούν για να αποσυνθέσουν το πρόβλημα σε επιμέρους βήματα, να κατανοήσουν τον χώρο και να συνθέσουν τον αλγόριθμο. Αφού συνέθεταν τον αλγόριθμο, ένας μαθητής έπαιρνε το ρόλο του σκίουρου και τον εκτελούσε περπατώντας πάνω στο ταμπλό. Οι υπόλοιποι μαθητές παρείχαν λεκτική καθοδήγηση ενώ οι εκπαιδευτικοί παρέμβαιναν μόνο αν ήταν αναγκαίο. Σε περίπτωση λανθασμένης κίνησης, οι μαθητές έπρεπε να συνεργαστούν ώστε να εντοπίσουν το λάθος και να το τροποποιήσουν.

Σχήμα 2. Δραστηριότητα σύνθεσης αλγορίθμου

Συλλογή δεδομένων

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων οργανώθηκε έτσι ώστε να αποτυπωθεί η κατάκτηση των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης των μαθητών με οπτική αναπηρία μέσω των unplugged δραστηριοτήτων. Για την οριοθέτηση των υπό μελέτη εννοιών αξιοποιήθηκε το 3D Framework των Brennan & Resnick (2012), σύμφωνα με το οποίο η υπολογιστική σκέψη αποτιμάται μέσω τριών διαστάσεων 1) τις υπολογιστικές έννοιες, 2) τις υπολογιστικές πρακτικές και 3) τις υπολογιστικές αντιλήψεις και χρησιμοποιήθηκε ως εννοιολογικός οδηγός για τη σύνταξη των ερωτήσεων της ημιδομημένης συνέντευξης.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε ποιοτικά μέσω φυσικής παρατήρησης με σημειώσεις πεδίου και ημιδομημένων συνεντεύξεων. Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι εκπαιδευτικοί κατέγραφαν σε ειδικά φύλλα παρατήρησης στοιχεία που αφορούσαν την έκβαση της δραστηριότητας, τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων που χρησιμοποιήθηκαν και τις δεξιότητες που αναπτύχθηκαν. Επιπλέον, όλα τα υλικά που δημιούργησαν οι μαθητές αναλύθηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί η κατανόηση βασικών υπολογιστικών εννοιών βάση του παραγόμενου αποτελέσματος.

Μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις από την ερευνήτρια (Πίνακας 2), η οποία είναι κι εκπαιδευτικός της σχολικής μονάδας. Οι ερωτήσεις ήταν οργανωμένες με βάση τους άξονες του 3D Framework (Brennan & Resnick, 2012). Για τις υπολογιστικές έννοιες τα ερωτήματα αφορούσαν την αναγνώριση μοτίβων και τη λογική των κινήσεων τους πάνω στο πλέγμα. Για τις υπολογιστικές πρακτικές συζητήθηκε πώς εντόπισαν και διόρθωσαν πιθανά λάθη και πώς σχεδίασαν τη στρατηγική τους ενώ για τις υπολογιστικές αντιλήψεις οι ερωτήσεις αφορούσαν τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους σχετικά με τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν ατομικά και η διάρκεια κάθε συνέντευξης ήταν περίπου 10 λεπτά. Για την ανάλυση των δεδομένων εφαρμόστηκε θεματική ανάλυση λόγω της δυνατότητάς της να αναδείξει νοήματα μέσα από την εμπειρία των συμμετεχόντων, συνδέοντας τα άμεσα με τους στόχους της παρέμβασης (Braun & Clarke, 2006). Η διαδικασία περιλάμβανε την επαναλαμβανόμενη ανάγνωση των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων με σκοπό τον εντοπισμό των σημαντικών αποσπασμάτων σε σχέση με τους ερευνητικούς στόχους. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η κωδικοποίηση των δεδομένων με συστηματικό τρόπο και η ενοποίηση των κωδικών σε θεματικούς άξονες, η αναθεώρηση κι ενοποίηση των θεμάτων ώστε να είναι σαφώς διακριτά χωρίς να αλληλεπικαλύπτονται και η διατύπωση περιεκτικών τίτλων κι ορισμών για κάθε θέμα. Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας η διαδικασία κωδικοποίησης πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από τους δυο ερευνητές κι ακολούθησε συζήτηση για την επίτευξη συνεννόησης στις τελικές κατηγοριοποιήσεις (Τσιώλης, 2014).

Πίνακας 2. Ενδεικτικές ερωτήσεις ημιδομημένης συνέντευξης

Ερευνητικό Ερώτημα	Άξονας	Ερωτήσεις
Με ποιον τρόπο οι μαθητές με οπτική αναπηρία μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες αναγνώρισης προτύπων μέσω unplugged δραστηριοτήτων;	Αναγνώριση μοτίβων	Πώς κατάλαβες ότι κάτι δεν ταίριαζε στο μοτίβο; Ποια βήματα ακολούθησες για να συνεχίσεις σωστά το μοτίβο;
Πώς μπορούν οι μαθητές με οπτική αναπηρία να αναπτύξουν δεξιότητες αλγοριθμικού σχεδιασμού μέσω unplugged δραστηριοτήτων;	Αλγοριθμικός σχεδιασμός	Ποιες δυσκολίες συνάντησες κατά την κίνηση στο ταμπλό; Πώς αποφάσισες τα βήματα που θα ακολουθήσεις;

Πώς οι μαθητές με οπτική αναπηρία αναπτύσσουν συνεργατικές δεξιότητες και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσω των unplugged δραστηριοτήτων;	Συνεργατικές δεξιότητες κι επίλυση προβλημάτων	Πώς συνεργάστηκες με τον συμμαθητή σου για να ολοκληρώσεις τη δραστηριότητα; Υπήρξε κάποια στιγμή που διαφωνήσατε και πως το αντιμετωπίσατε;

Αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρέμβασης όπως προέκυψαν από την παρατήρηση και τις ημιδομημένες συνεντεύξεις. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων οργανώνεται με βάση τα τρία ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν.

Αναγνώριση προτύπων

Όλοι οι μαθητές (N = 7) κατάφεραν να μοντελοποιήσουν (modeling) τη λογική του μοτίβου και να την επεκτείνουν, αναγνωρίζοντας τον κανόνα που διέπει την αλληλουχία μέσω της αφής ενώ κατάφεραν να αναγνωρίσουν με ευκολία την αλληλουχία των μοτίβων (pattern recognition) μέσω της αφής και να τα συνεχίσουν σωστά, δηλώνοντας ότι η χρήση διαφοροποιημένων υφών διευκόλυνε τη διαδικασία. Παρατηρήθηκε, ωστόσο, ότι οι μαθητές με υπολειπόμενη όραση (N = 5) αναγνώρισαν με μεγαλύτερη ευκολία τα μοτίβα καθώς δε βασίστηκαν εξ ολοκλήρου στην αίσθηση της αφής αλλά προσέλαβαν έστω και μειωμένα κάποια οπτική πληροφορία. Αντίθετα, οι μαθητές με ολική απώλεια όρασης (N = 2) παρουσίασαν μικρή καθυστέρηση κυρίως στην αρχή, η οποία όμως περιορίστηκε μέσω της συνεργασίας.

Αλγοριθμικός σχεδιασμός

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η πλειοψηφία των μαθητών (N = 6), παρόλο που αντιμετώπισε κάποιες λειτουργικές δυσκολίες λόγω της οπτικής αναπηρίας, κατάφερε να κατανοήσει την έννοια του αλγοριθμικού σχεδιασμού. Η συντριπτική πλειοψηφία (N = 5) κατάφερε να οργανώσει σωστά τις κάρτες με τα βέλη και να κατανοήσει την έννοια της ακολουθίας (sequencing) καθώς και να δώσει σαφείς οδηγίες (instructions) ώστε να φτάσει ο σκίουρος στο στόχο ενώ μόλις τρεις μαθητές (N = 3) αντιμετώπισαν δυσκολίες προσανατολισμού σε σχέση με τις εντολές στρίψε δεξιά, στρίψε αριστερά ενώ δυσκολεύτηκαν να εκτιμήσουν πόσα "τετραγωνάκια" πρέπει να κινηθούν μπροστά. Ωστόσο, παρουσιάστηκε δυσκολία στον εντοπισμό και τη διόρθωση λαθών και την επαναδημιουργία του νέου αλγόριθμου, ιδίως για τους μαθητές με ολική απώλεια όρασης (N = 2) καθώς δυσκολεύονταν να εντοπίσουν το ακριβές σημείο του λάθους. Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δραστηριότητες και το υλικό ήταν κατάλληλα προσαρμοσμένα στις ανάγκες των μαθητών παρόλα αυτά η έστω και περιορισμένη οπτική ανατροφοδότηση στους μαθητές με μειωμένη οπτική ικανότητα λειτούργησε υποστηρικτικά.

Δεξιότητες συνεργασίας κι επίλυσης προβλημάτων

Σημαντικά στοιχεία των δραστηριοτήτων ήταν η ανάπτυξη της συνεργασίας και της επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών επικοινωνούσαν και αντάλλασσαν ιδέες ώστε να καταφέρουν να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν τη διαδρομή. Ειδικότερα, στην πρώτη δραστηριότητα όπου οι ομάδες αποτελούνταν από μαθητές με διαφορετικά επίπεδα οπτικής αναπηρίας, όλοι οι μαθητές (N

= 7) ανέφεραν ότι κατάφεραν να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα επειδή συνεργάστηκαν. Προς το τέλος των δραστηριοτήτων κάποιοι μαθητές κατάφεραν να αναπτύξουν κριτικό στοχασμό κατανοώντας τα αίτια και τις συνέπειες των επιλογών τους. Αρκετοί (N = 4) εξέφρασαν ερωτήματα σχετικά με την αποτυχία της διαδρομής και τις διαφορετικές ενέργειες που θα μπορούσαν να κάνουν. Οι μαθητές κατά πλειοψηφία (N = 7) ακολουθούσαν την πιο σύντομη κι εύκολη διαδρομή χωρίς πολλά εμπόδια. Παρόλα αυτά κάποιοι πρότειναν κι εναλλακτικές διαδρομές, πιο πολύπλοκες, επιδεικνύοντας έτσι δημιουργικές δεξιότητες. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων ήταν πιο έντονη στη δραστηριότητα *Find the Acorn*. Όταν η διαδρομή δεν οδηγούσε στο επιθυμητό αποτέλεσμα, οι μαθητές έπρεπε να αναλύσουν εκ νέου τα δεδομένα, να εντοπίσουν το σημείο αστοχίας και να επανασχεδιάσουν την ακολουθία των κινήσεων**.** Η διαδικασία αυτή απαιτούσε συστηματική ανασκόπηση των βημάτων, εντοπισμό του σφάλματος και διατύπωση νέας στρατηγικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών (N = 5) κατάφερε να σκεφτεί κριτικά, να επανασχεδιάσει την ακολουθία και να επιλύσει το πρόβλημα.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές με οπτική αναπηρία μέσα από μη ψηφιακές δραστηριότητες (unplugged).

Αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα το οποίο αφορούσε την ανάπτυξη δεξιοτήτων αναγνώρισης προτύπων, παρατηρήθηκε ότι η χρήση διαφορετικών υφών στο υλικό συνδέθηκε με την ευκολία κατανόησης κι επέκτασης των μοτίβων. Η οπτική πληροφορία φάνηκε να αντικαθίσταται αποτελεσματικά από την απτική, παρέχοντας στους μαθητές με οπτική αναπηρία ένα εναλλακτικό αισθητηριακό κανάλι πρόσληψης κι επεξεργασίας της πληροφορίας. Όλοι οι μαθητές μέσω της απτικής εξερεύνησης των διαφορετικών υφών ολοκλήρωσαν την σύνθεση του προτύπου. Η ικανότητα των μαθητών με οπτική αναπηρία να αναγνωρίζουν μοτίβα μέσω της απτικής εξερεύνησης υποδηλώνει ότι οι βασικές αρχές της υπολογιστικής σκέψης μπορούν να υποστηριχθούν και μέσω εναλλακτικών αισθητηριακών καναλιών (Zhang et al., 2024), γεγονός που φαίνεται να ενισχύει τις διαδικασίες αναγνώρισης και να σχετίζεται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων αναγνώρισης προτύπων μέσα από προσαρμοσμένες τεχνικές ανάλογα με τις δυνατότητες και τις ανάγκες των μαθητών (Racat & Capelli, 2020).

Αναφορικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα τα ευρήματα δείχνουν ότι οι μη ψηφιακές δραστηριότητες μπορούν να αποτελέσουν ένα ισχυρό εργαλείο καλλιέργειας της υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές με οπτική αναπηρία, αναπτύσσοντας τις έννοιες του αλγοριθμικού σχεδιασμού, της επίλυσης προβλημάτων μέσω της αποσύνθεσης και της αποσφαλμάτωσης ενεργώντας κριτικά (Wing, 2006) καθώς όπως φάνηκε οι μαθητές κατάφεραν να σχεδιάζουν κι εν συνεχεία να εκτελούν απλές ακολουθίες εντολών. Επιπλέον, μέσω της συνεργασίας, κάποιοι μαθητές εντόπισαν και διόρθωσαν λάθη στη διαδρομή αξιοποιώντας την αίσθηση της αφής για την εξερεύνηση του απτικού υλικού και το σώμα τους ως μέσο πλοήγησης στο ταμπλό. Τα θετικά ευρήματα υποδηλώνουν ότι σε συγκεκριμένα πλαίσια η απτική και κιναισθητική προσέγγιση μπορεί να υποστηρίξει την πρόσβαση στην πληροφορία ανεξάρτητα από την οπτική πληροφορία. Η δυνατότητα των μαθητών με οπτική αναπηρία να οργανώσουν ακολουθίες κινήσεων και να πλοηγηθούν με ακρίβεια στο χώρο βασιζόμενοι στην αφή και την κίνηση, αναδεικνύει τη σημασία της πολυαισθητηριακής μάθησης (Meulen van der, 2023). Συνολικά, οι unplugged δραστηριότητες που αξιοποιούν την αφή και το σώμα ως μέσο κατανόησης φαίνεται να αποτελούν μια αποτελεσματική προσέγγιση για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές με οπτική αναπηρία.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μέσα από τις ομαδικές unplugged δραστηριότητες, οι μαθητές με οπτική αναπηρία φάνηκε να αναπτύσσουν ουσιαστικές δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας κι επίλυσης προβλημάτων όπως προέκυψε μέσα από την υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, στη δραστηριότητα κατανόησης όπου οι μαθητές δούλεψαν σε ζευγάρια, παρατηρήθηκε ιδιαίτερη ενίσχυση των συνεργατικών κι επικοινωνιακών τους δεξιότητες καθώς έπρεπε να περιγράψουν ο ένας στον άλλον την υφή, να ανταλλάξουν ιδέες και να συναποφασίσουν για την τοποθέτηση του κύκλου στη σωστή θέση και να συνεργαστούν για τη διόρθωση τυχόν λαθών σχεδιάζοντας από κοινού στρατηγικές επίλυσης. Η συνεργασία φάνηκε να προκύπτει φυσικά, μέσα από την ανάγκη επίτευξης ενός κοινού στόχου, γεγονός που συνάδει με τη θεώρηση ότι η υπολογιστική σκέψη δεν είναι μόνο ατομική δεξιότητα αλλά και κοινωνική πρακτική (Brennan & Resnick, 2012). Επιπλέον, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης κι επίλυσης προβλημάτων που προέκυψαν κατά τη διαδικασία της αποσφαλμάτωσης συνδέθηκαν με υψηλότερα επίπεδα γνωστικής επεξεργασίας, αναδεικνύοντας τη σημασία ανάπτυξης συστηματικών και προσβάσιμων unplugged δραστηριοτήτων για μαθητές με οπτική αναπηρία (Zhong et al., 2016).

Περιορισμοί έρευνας και προτάσεις για μελλοντικές μελέτες

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς. Ένας βασικός περιορισμός αφορά το μέγεθος του δείγματος, καθώς ο αριθμός των μαθητών που συμμετείχε στην έρευνα ήταν πολύ μικρός (N = 7), γεγονός που εμποδίζει τη γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η ιδιαίτερη σύνθεση του δείγματος επηρεάζει την απόδοση στις δραστηριότητες λόγω των συνοδών αναπηριών που είχαν κάποιοι μαθητές. Ομοίως, σε ένα τόσο μικρό δείγμα ο διαφορετικός βαθμός οπτικής αναπηρίας ενδέχεται να επηρεάσει τόσο τη συμμετοχή όσο και την απόδοση των μαθητών στις δραστηριότητες. Επιπλέον, λόγω όλων αυτών των παραπάνω παραμέτρων, οι δραστηριότητες ήταν μικρής διάρκειας κι επικεντρωμένες σε βασικές έννοιες της υπολογιστικής σκέψης χωρίς να δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης των δεξιοτήτων αυτών σε βάθος χρόνου ενώ δεν εξετάστηκαν καθόλου πιο σύνθετες έννοιες όπως οι συνθήκες και οι τελεστές. Επιπλέον, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε ποιοτικά μέσα από παρατηρήσεις και συνεντεύξεις. Η ενσωμάτωση και ποσοτικών εργαλείων αξιολόγησης, για παράδειγμα ερωτηματολογίων με σταθμισμένα κριτήρια, θα μπορούσε να καταστήσει τα αποτελέσματα συγκρίσιμα και πιο αντικειμενικά.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στη διεύρυνση του δείγματος συμπεριλαμβάνοντας και μαθητές με οπτική αναπηρία που φοιτούν σε τυπικά σχολεία, ώστε να δοθεί η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών εκπαιδευτικών πλαισίων. Επιπλέον, η μακροπρόθεσμη αξιολόγηση των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης που αποκτούν οι μαθητές με οπτική αναπηρία μέσω unplugged δραστηριοτήτων θα μπορούσε να προσφέρει γνώσεις για το πως αυτές οι δεξιότητες διατηρούνται, εδραιώνονται ή εξελίσσονται σε βάθος χρόνο.

Είναι σημαντικό οι φορείς εκπαίδευσης να αναγνωρίσουν την υπολογιστική σκέψη ως βασική δεξιότητα για όλους τους μαθητές και να την ενσωματώσουν στα προγράμματα σπουδών, αναπτύσσοντας εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία θα είναι ισότιμα προσβάσιμα για όλους τους μαθητές. Η κατάρτιση των εκπαιδευτικών αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα, καθώς οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι σε θέση να σχεδιάζουν δραστηριότητες υπολογιστικής σκέψης προσαρμοσμένες στις ανάγκες των μαθητών τους. Ο εξοπλισμός των σχολείων με εξειδικευμένα υλικά για τη δημιουργία δραστηριοτήτων με σκοπό την υποστήριξη των μαθητών με οπτική αναπηρία αλλά και η δημιουργία επιμορφώσεων σε θεωρητικά και πρακτικά ζητήματα που αφορούν την υπολογιστική σκέψη, κρίνονται αναγκαία καθώς αποτελεί μια κρίσιμη δεξιότητα του 21ου αιώνα.

Αναφορές

Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J., & Garrido-Arroyo, M. D. C. (2022). Computational Thinking and educational technology: A scoping review of the literature. *Education Sciences, 12*(1), 39. https://doi.org/10.3390/educsci12010039

Bati, K. (2022). A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies, 27*(2), 2059-2082. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (vol. 1, p. 25). AERA.

Cortina, T. J. (2015). Reaching a broader population of students through "unplugged" activities. *Communications of the ACM, 58*(3), 25-27. https://doi.org/10.1145/2723671

Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology, 22*(3-4), 455-479. https://doi.org/10.1080/02643290442000310

Hadwen-Bennett, A., Sentance, S., & Morrison, C. (2018). Making programming accessible to learners with visual impairments: A literature review. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 2*(2), 3-13. https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i2.25

Li, F., Wang, X., He, X., Cheng, L., & Wang, Y. (2022). The effectiveness of unplugged activities and programming exercises in computational thinking education: A meta-analysis. *Education and Information Technologies, 27*(6), 7993-8013. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10915-x

Marshall, P. (2007). Do tangible interfaces enhance learning? *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction* (pp. 163-170). ACM. https://doi.org/10.1145/1226969.1227004

Meulen van der. (2023). An exploration of unplugged programming education for elementary school children who have low vision or are blind. *Journal of the South Pacific Educators in Vision Impairment, 1*(15), 15-31.

Milne, L. R., & Ladner, R. E. (2018). Blocks4All: Overcoming accessibility barriers to blocks programming for children with visual impairments. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-10). ACM. https://doi.org/10.1145/3173574.3173643

Papert, S. A. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas.* Basic books.

Racat, M., & Capelli, S. (2020). *Haptic Sensation and consumer behaviour: The Influence of tactile stimulation in physical and online environments*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36922-4

Seckel, M. J., Salinas, C., Font, V., & Sala-Sebastià, G. (2023). Guidelines to develop computational thinking using the Bee-bot robot from the literature. *Education and Information Technologies, 28*(12), 16127-16151. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11843-0

Vygotsky, L., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Yu, J., & Roque, R. (2018). A survey of computational kits for young children. *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children* (pp. 289-299). ACM. https://doi.org/10.1145/3202185.3202738

Zhang, Y., Liang, Y., Tian, X., & Yu, X. (2024). The effects of unplugged programming activities on K-9 students' computational thinking: Meta-analysis. *Educational Technology Research and Development, 72*(3), 1331-1356. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10339-5

Zhong, B., Wang, Q., Chen, J., & Li, Y. (2016). An Exploration of Three-Dimensional Integrated Assessment for Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research, 53*(4), 562-590. https://doi.org/10.1177/0735633115608444

Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Κριτική.

Σχεδιασμός και Υλοποίηση Διαδραστικού Ψηφιακού Εγχειριδίου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών Μέσω του Προγραμματισμού

Μαρία-Αναστασία Μουστάκα, Γεώργιος Φεσάκης
psed24013@aegean.gr, gfesakis@aegean.gr
Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Το παρόν άρθρο αποτελεί ερευνητική μελέτη που στοχεύει στη διερεύνηση της διδασκαλίας των μαθηματικών μέσω του προγραμματισμού, με την υιοθέτηση ενός διδακτικού διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου. Στο πλαίσιο της έρευνας, αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε ένα διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο που περιέχει δραστηριότητες συνδυασμού μαθηματικών εννοιών και προγραμματισμού. Για τον σχεδιασμό του χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο SAM (Successive Approximation Model), ενώ το παιδαγωγικό πλαίσιο της παρέμβασης στηρίχθηκε στο μοντέλο διερευνητικής μάθησης 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Επιπροσθέτως, πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση με τη χρήση του προαναφερθέντος εργαλείου σε μαθητές/ήτριες, προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση του συνδυασμού αυτού στη βελτίωση της κατανόησης επιλεγμένων μαθηματικών εννοιών και στη διαμόρφωση της στάσης τους απέναντι στο εγχειρίδιο. Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές/ήτριες διατήρησαν θετική στάση τόσο προς το διαδραστικό εγχειρίδιο όσο και προς τον προγραμματισμό, ενώ η σύγκριση των επιδόσεών τους πριν και μετά την παρέμβαση κατέδειξε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στους συνολικούς και στους επιμέρους δείκτες.

Λέξεις κλειδιά: διαδραστικά ψηφιακά εγχειρίδια, διδασκαλία των Μαθηματικών, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έχει ζωτική σημασία στη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών (Lockwood & Mørken, 2021). Εξάλλου, η ΥΣ χαρακτηρίζεται από πτυχές που είναι κεντρικές για την επιστήμη των υπολογιστών αλλά και για άλλους επιστημονικούς κλάδους, όπως τα μαθηματικά (Kallia et al., 2021). Στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα, η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων είναι πιο σημαντική από ποτέ (Bocconi et al., 2018). Ωστόσο, τα περισσότερα ψηφιακά σχολικά βιβλία δεν αξιοποιούν πλήρως τις δυνατότητες της τεχνολογίας και λειτουργούν απλώς ως στατικές εκδοχές των έντυπων εγχειριδίων (Alpizar-Chacon et al., 2020). Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για νέες, καινοτόμες προσεγγίσεις που ενσωματώνουν δυναμική αλληλεπίδραση και προγραμματισμό Η/Υ στη μαθησιακή διαδικασία.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου που στοχεύει στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών μέσω του προγραμματισμού. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η μαθηματική ενότητα "Αναλογίες και Ποσοστά", επειδή αφενός προσφέρεται για εφαρμογές προγραμματισμού και αφετέρου αποτελεί έννοια που παρουσιάζει συχνά δυσκολίες στην κατανόησή της από τους/τις μαθητές/ήτριες. Το εγχειρίδιο περιλαμβάνει δραστηριότητες που ενσωματώνουν κώδικα, δίνοντας τη δυνατότητα στους/τις μαθητές/ήτριες να εκτελούν και να πειραματίζονται με μαθηματικές έννοιες μέσα από προγραμματιστικές διεργασίες. Η έρευνα εστιάζει σε μια πρώτη διερεύνηση της υποδοχής του διαδραστικού εγχειριδίου από εκπαιδευτικούς και μαθητές/ήτριες καθώς και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του, μέσα από διδακτική παρέμβαση σε μαθητές/ήτριες. Εξετάζεται τόσο η βελτίωση της

κατανόησης μαθηματικών εννοιών, όσο και η στάση των μαθητών/τριών απέναντι στη μάθηση μέσω προγραμματισμού καθώς και η άποψη των εκπαιδευτικών. Τα ευρήματα της μελέτης συμβάλλουν στη συζήτηση για την ενσωμάτωση του προγραμματισμού στη μαθηματική εκπαίδευση και στη δημιουργία καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων.

Το άρθρο διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας, όπου αναλύονται οι βασικές έννοιες και η υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση διαδραστικών ψηφιακών εγχειριδίων και της ΥΣ στην εκπαίδευση. Στη συνέχεια περιγράφεται συνοπτικά το ψηφιακό εγχειρίδιο που δημιουργήθηκε, δίνοντας έμφαση στη διαδικασία σχεδιασμού. Έπειτα, αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων. Ακολουθεί η παρουσίαση και η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, ενώ το άρθρο ολοκληρώνεται με τη διατύπωση των συμπερασμάτων, την επισήμανση των περιορισμών και την υποβολή προτάσεων για περαιτέρω διερεύνηση στο συγκεκριμένο πεδίο.

Θεωρητικό πλαίσιο

Η ΥΣ αναφέρεται στις διαδικασίες σκέψης που σχετίζονται με τη διατύπωση και επίλυση προβλημάτων, με σκοπό την αποτελεσματική υλοποίησή τους μέσω υπολογιστικών συστημάτων ή διαμεσολαβητών επεξεργασίας πληροφοριών (Wing, 2011). Έχει αναδειχθεί σε απαραίτητο εργαλείο για τη βαθύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών (Wilensky, 1995), καθώς προσφέρει στους/τις μαθητές/ήτριες ένα ουσιαστικό πλαίσιο εφαρμογής των γνώσεών τους (Jona et al., 2014). Επιπλέον, η ΥΣ προάγει την αυτονομία των μαθητών/τριών, ενισχύει το ενδιαφέρον τους για τα μαθηματικά (Leonard et al., 2016) και τους/τις ενθαρρύνει να στραφούν σε καριέρες STEM, ειδικότερα ενθαρρύνοντας ομάδες που είναι υποεκπροσωπούμενες στους τεχνολογικούς τομείς (National Science Foundation, 2013).

Πέρα από την παιδαγωγική της αξία, η ΥΣ παρουσιάζει και μεγάλη επιστημονική σημασία, καθώς παρέχει ισχυρά εργαλεία για τη μελέτη πολύπλοκων και μη γραμμικών φαινομένων μέσω μαθηματικών και υπολογιστικών μοντέλων (Weintrop et al., 2016). Η ανάπτυξη ισχυρότερων υπολογιστικών εργαλείων και η χρήση εξελιγμένων μοντέλων προσομοίωσης έχουν οδηγήσει σε μια αναγέννηση των πειραματικών προσεγγίσεων στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες. Συνεπώς, η κατάρτιση των μαθητών σε υπολογιστικές μεθόδους καθίσταται αναγκαία προϋπόθεση, ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της σύγχρονης έρευνας στα πεδία αυτά.

Στην εκπαίδευση των μαθηματικών, η ΥΣ εκφράζεται μέσα από τρεις ιδιαίτερα σημαντικές πτυχές: την επίλυση προβλημάτων, τις γνωστικές διαδικασίες που ενεργοποιούνται κατά τη λύση τους καθώς και τη μεταφορά ενός μαθηματικού προβλήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική επικοινωνία και υλοποίησή του από άλλους ανθρώπους ή από ένα υπολογιστικό σύστημα (Kallia et al., 2021). Από αυτές τις πτυχές, η επίλυση προβλημάτων αναδεικνύεται σε κεντρικό στόχο της μαθηματικής εκπαίδευσης, καθιστώντας έτσι την ΥΣ αναπόσπαστο μέρος της μαθησιακής διαδικασίας και των διδακτικών πρακτικών που εφαρμόζονται στο μάθημα των μαθηματικών.

Για την επιτυχή ενσωμάτωση της ΥΣ στη διδασκαλία των μαθηματικών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν ποικίλες εκπαιδευτικές μεθόδους και πρακτικές. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν τη διδασκαλία μέσω προγραμματισμού, τις δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, τη μάθηση που βασίζεται στο παιχνίδι, τον οπτικό προγραμματισμό και την υπολογιστική λογική. Οι Weintrop et al. (2016), επίσης, προτείνει μια χρήσιμη κατηγοριοποίηση των πρακτικών ενσωμάτωσης της ΥΣ στη διδασκαλία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών σε τέσσερις κύριες ομάδες: τις πρακτικές που σχετίζονται με τη

διαχείριση δεδομένων, τις πρακτικές μοντελοποίησης και προσομοίωσης, τις πρακτικές υπολογιστικής επίλυσης προβλημάτων και τις πρακτικές συστημικής σκέψης. Αν και αυτές οι κατηγορίες παρουσιάζονται ως διακριτές, στην πράξη αλληλοσυνδέονται και αλληλοϋποστηρίζονται κατά τη διδακτική διαδικασία.

Η υλοποίηση των παραπάνω πρακτικών και μεθόδων προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων διδακτικών εργαλείων και τεχνολογιών, που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της σύγχρονης σχολικής πραγματικότητας. Ένα ιδιαίτερα υποσχόμενο εργαλείο για την ενσωμάτωση της ΥΣ στα μαθηματικά είναι τα διαδραστικά ψηφιακά εγχειρίδια, τα οποία παρέχουν πολλαπλές δυνατότητες ενσωμάτωσης δραστηριοτήτων που συνδυάζουν μαθηματική γνώση και προγραμματισμό. Για την αποτελεσματική αξιοποίηση αυτών των εργαλείων είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των σημερινών μαθητών/τριών, οι οποίοι/οίες παρουσιάζουν αυξημένη εξοικείωση με την τεχνολογία.

Οι σημερινοί/ές μαθητές/ήτριες διαφέρουν σημαντικά από προηγούμενες γενιές, καθώς έχουν μεγαλώσει με την τεχνολογία ως αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους. Είναι, συνεπώς, πιο εξοικειωμένοι/ένες με ψηφιακούς τρόπους μάθησης, οι οποίοι περιλαμβάνουν ακόμη και φορητές συσκευές όπως τα "έξυπνα" κινητά τηλέφωνα (Anderson, 2015). Σε αυτό το πλαίσιο, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα διαδραστικά ψηφιακά εγχειρίδια, τα οποία ενσωματώνουν πολυμέσα και δίνουν τη δυνατότητα στους/τις μαθητές/ήτριες να αλληλεπιδρούν ενεργά με το διδακτικό υλικό, διευκολύνοντας την κατανόηση και ενισχύοντας την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία (O'Bannon et al., 2017). Η αξιοποίηση τέτοιων εγχειριδίων βασίζεται σε δύο βασικά θεωρητικά πλαίσια: την Πολυμεσική Θεωρία Μάθησης (Multimedia Learning Theory) και το μοντέλο Technological-Pedagogical-Content Knowledge (TPACK), που παρέχουν το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική πράξη.

Τα διαδραστικά ψηφιακά εγχειρίδια προσφέρουν ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών εκπαιδευτικών υλικών, όπως είναι η φορητότητα, η ευκολία χρήσης και η δυνατότητα εξατομικευμένης μάθησης. Οι μαθητές/ήτριες μπορούν να τα αξιοποιούν οπουδήποτε, ακόμα και χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, μειώνοντας ταυτόχρονα το βάρος από βιβλία και τετράδια (Clark, 2009). Επιπλέον, η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του υλικού είναι ένα ακόμη καθοριστικό πλεονέκτημα, ειδικά στο πλαίσιο της σύγχρονης ανάγκης για βιώσιμη χρήση πόρων και αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης (Payne et al., 2012). Ακόμα, η ενσωμάτωση εργαλείων αναζήτησης και εξατομίκευσης περιεχομένου βοηθά στην καλύτερη ανταπόκριση στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών/τριών, ιδιαίτερα στις μικρότερες ηλικίες (Huang et al., 2012· Nicholas et al., 2010). Έτσι, η χρήση των διαδραστικών εγχειριδίων μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Πράγματι, τα δεδομένα της έρευνας των O'Bannon et al. (2017) δείχνουν ότι η χρήση διαδραστικών ψηφιακών εγχειριδίων έχει θετικό αντίκτυπο στη μάθηση, ειδικά στα μαθήματα της πληροφορικής και των μαθηματικών. Σύμφωνα με τους Miller και Ranum (2012), η διδασκαλία της πληροφορικής μέσω ψηφιακών διαδραστικών εγχειριδίων οδήγησε τους/τις μαθητές/ήτριες να εκδηλώσουν έντονο ενδιαφέρον και επιθυμία συνέχισης της εκπαίδευσής τους με τον ίδιο τρόπο. Επιπλέον, η δυνατότητα προγραμματισμού εντός του ίδιου του εγχειριδίου απαλλάσσει τους/τις μαθητές/ήτριες από την ανάγκη εγκατάστασης πρόσθετου λογισμικού ή μεταγλωττιστών, εξαλείφοντας έτσι ένα από τα συχνά εμπόδια που δυσχεραίνουν την ενασχόλησή τους με τον προγραμματισμό. Σε αντίστοιχη μελέτη, οι Lockwood και Mooney (2018) διαπίστωσαν ότι η χρήση διαδραστικών εγχειριδίων κινητοποιεί τους/τις μαθητές/ήτριες, ενισχύοντας τη θετική στάση τους προς την πληροφορική και οδηγώντας τους/τες σε βαθύτερη κατανόηση του αντικειμένου.

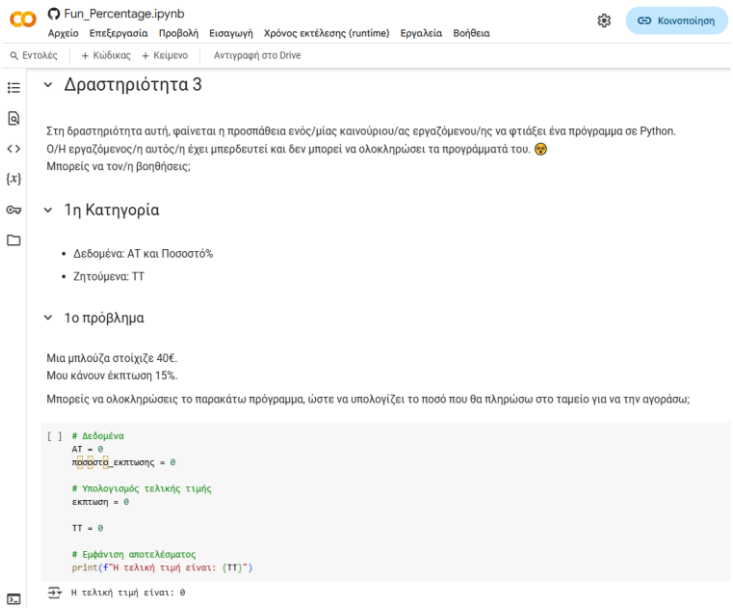
Παρόμοια ευρήματα έχουν καταγραφεί και στη διδασκαλία των μαθηματικών, όπου η χρήση διαδραστικών ψηφιακών εγχειριδίων συνδέεται με αυξημένη συμμετοχή και ενεργοποίηση, ενίσχυση της εξατομικευμένης μάθησης και παροχή διαφοροποιημένων ασκήσεων (Pepin et al., 2015). Ωστόσο, η επίδρασή τους στη μάθηση μέσω ΥΣ παραμένει περιορισμένα διερευνημένη. Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η ενσωμάτωση της ΥΣ υποστηρίζει την κατανόηση μαθηματικών εννοιών και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Φεσάκης & Μουστάκα, 2024), με παραδείγματα όπως η έμφαση στην αλγεβρική σκέψη στη Σουηδία (Bråting & Kilhamn, 2020) και η χρήση micro:bit για πειράματα πιθανότητας στη Νορβηγία (Andersen, 2022), που επηρέασαν την ανάπτυξη εμπλουτισμένων εγχειριδίων όπως το παρόν. Στην Ελλάδα, αν και η ενσωμάτωση της ΥΣ στη διδασκαλία των μαθηματικών μέσω προγραμματισμού δεν εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα, μελέτες και πρωτοβουλίες, όπως οι "μισοψημένοι μικρόκοσμοι" (Kynigos & Kalogeria, 2012), έχουν επηρεάσει την ανάπτυξη εμπλουτισμένων ψηφιακών σχολικών εγχειριδίων και μαθησιακών αντικειμένων στο εθνικό αποθετήριο Φωτόδεντρο. Τα εγχειρίδια αυτά, διαθέσιμα μέσω του Υπουργείου Παιδείας, περιλαμβάνουν δραστηριότητες με στοιχεία προγραμματισμού και ΥΣ.

Η παρούσα εργασία διαφοροποιείται, προτείνοντας ένα διαδραστικό εγχειρίδιο όπου οι μαθητές/ήτριες αλληλεπιδρούν απευθείας με εκτελέσιμο κώδικα σε περιβάλλον Jupyter Notebook, δοκιμάζοντας λύσεις σε πραγματικό χρόνο και προσφέροντας μια πιο βιωματική προσέγγιση. Η έρευνα επικεντρώνεται στον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη διερεύνηση της επίδρασης ενός διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου μαθηματικών στην καλλιέργεια της ΥΣ. Βασικό ερώτημα αποτελεί το πώς τέτοιου είδους εγχειρίδια, αξιοποιώντας τις σύγχρονες τεχνολογίες, μπορούν να ενσωματωθούν αποτελεσματικά στη μαθησιακή διαδικασία ως καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία. Παράλληλα, εξετάζεται η στάση των μαθητών/τριών απέναντι στο συγκεκριμένο εγχειρίδιο καθώς και η αποτελεσματικότητά του ως προς την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που έχουν τεθεί.

Παρουσίαση του διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου (Σχήμα 1), ήταν αποτέλεσμα πολύμηνης μελέτης και ανασκόπησης του θεωρητικού πλαισίου, της υπάρχουσας κατάστασης στη διδακτική της ΥΣ, της διδασκαλίας των μαθηματικών μέσω της ΥΣ καθώς και της αξιοποίησης διαδραστικών ψηφιακών εγχειριδίων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε προσεκτικός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων και της συνολικής δομής του υλικού. Το διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο σχεδιάστηκε από τους ερευνητές σύμφωνα με το μοντέλο διαδοχικών προσεγγίσεων SAM (Sites & Green, 2014), το οποίο περιλαμβάνει τις φάσεις της προετοιμασίας, του επαναληπτικού σχεδιασμού και της επαναληπτικής ανάπτυξης.

Στην πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε μια γρήγορη συλλογή πληροφοριών υπόβαθρου, η οποία περιλάμβανε την εξέταση του σχολικού εγχειριδίου μαθηματικών και των εμπλουτισμένων δραστηριοτήτων του αποθετηρίου Φωτόδεντρο για την ενότητα "Αναλογίες και Ποσοστά" της Α’ Γυμνασίου. Παράλληλα, διερευνήθηκαν οι δυνατότητες, οι αδυναμίες και οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/τριών με τη βοήθεια της εκπαιδευτικού μαθηματικών του τμήματος όπου πραγματοποιήθηκε η εκπαιδευτική παρέμβαση. Με βάση τα παραπάνω, καθορίστηκαν οι γενικοί μαθησιακοί στόχοι για την επιλεγμένη ενότητα. Η φάση αυτή ολοκληρώθηκε με τη δημιουργία πρόχειρων σχεδιαγραμμάτων που αξιοποιήθηκαν στην επόμενη φάση, ενσωματώνοντας ασκήσεις τόσο από το σχολικό εγχειρίδιο όσο και από τα μαθησιακά αντικείμενα του Φωτόδεντρου.



Σχήμα 1. Στιγμιότυπο από το διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο

Κατά τη δεύτερη φάση, τα αρχικά σχέδια του εγχειριδίου αναπτύχθηκαν περαιτέρω και βελτιώθηκαν. Συγκεκριμένα, καθορίστηκαν λεπτομερώς οι στόχοι, οι εργασίες και το χρονοδιάγραμμα, ενώ ζητήθηκε ανατροφοδότηση από την εκπαιδευτικό μαθηματικών. Η εκπαιδευτικός έκρινε το εγχειρίδιο ενδιαφέρον και κατάλληλο για τους μαθητές/ήτριές της και πρότεινε την προσθήκη επιπλέον προβλημάτων υπολογισμού ποσοστών που χρησιμοποιούσε ήδη στη διδασκαλία της καθώς και την αφαίρεση ορισμένων κουμπιών "hint", αφού η ίδια θα καθοδηγούσε ενεργά τη μαθησιακή διαδικασία. Έπειτα από την ανατροφοδότησή της πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες τροποποιήσεις.

Στην τελευταία φάση, το εγχειρίδιο ολοκληρώθηκε και δοκιμάστηκε στη διδακτική παρέμβαση, χωρίς να ακολουθηθούν οι εκδόσεις Alpha και Beta, καθώς το υλικό δεν προορίζεται για το ευρύ κοινό.

Η υλοποίηση του εγχειριδίου πραγματοποιήθηκε μέσω της πλατφόρμας Jupyter Notebook και του λογισμικού Anaconda, περιλαμβάνει διαδραστικά στοιχεία, ερωτήσεις αξιολόγησης και δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα από τους μαθητές/ήτριες και είναι διαθέσιμο διαδικτυακά μέσω του συνδέσμου: https://bit.ly/mam-jupyter.

Το τελικό εγχειρίδιο ενσωματώνει διαδραστικές δραστηριότητες στο πλαίσιο διερευνητικής μάθησης, ακολουθώντας το μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Στο στάδιο Engage (Εκκίνηση ενδιαφέροντος), οι μαθητές/ήτριες ερμηνεύουν εκφράσεις ποσοστών από την καθημερινή ζωή, ενεργοποιώντας προϋπάρχουσες γνώσεις και συνδέοντας τις έννοιες με οικεία παραδείγματα (Δραστηριότητα 0). Στο Explore (Διερεύνηση), με τη χρήση διαδραστικού πλέγματος στο Geogebra διερευνούν ποσοστά χρωματισμένων περιοχών, χωρίς προηγούμενη διδασκαλία της διαδικασίας υπολογισμού (Δραστηριότητα 1). Στο Explain (Επεξήγηση), παρουσιάζονται τύποι και κανόνες για ποσοστά, αυξήσεις, μειώσεις, ΦΠΑ και τόκους, μέσω βίντεο και πινάκων που συνδέουν τη διερεύνηση με τις τυπικές μαθηματικές διατυπώσεις (Δραστηριότητα 2). Στο Elaborate (Εμβάθυνση), οι γνώσεις

εφαρμόζονται σε νέα προβλήματα, με συμπλήρωση προγραμμάτων Python για διαφορετικούς υπολογισμούς ποσοστών (Δραστηριότητα 3). Τέλος, στο Evaluate (Αξιολόγηση), οι μαθητές/ήτριες συμπληρώνουν ερωτηματολόγιο Google Form και post-test για την αξιολόγηση της κατανόησης και των στάσεών τους (Δραστηριότητα 4).
Στην εκπαιδευτική πράξη, το εγχειρίδιο εφαρμόστηκε ως αυτόνομο εγχειρίδιο στη διδακτική παρέμβαση. Η εφαρμογή του πραγματοποιήθηκε σε 2 συνεχόμενες διδακτικές ώρες, κατά τις οποίες το τμήμα χωρίστηκε σε ομάδες των 5-6 ατόμων. Κάθε ομάδα εργάστηκε συνεργατικά στις δραστηριότητες του εγχειριδίου, αξιοποιώντας τα διαδραστικά στοιχεία και τον εκτελέσιμο κώδικα, ενώ η εκπαιδευτικός παρείχε καθοδήγηση και υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Μεθοδολογία και ερευνητικές συνθήκες

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα, είναι πιο κρίσιμο από ποτέ οι μαθητές/ήτριες να αποκτούν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η ΥΣ. Η διδασκαλία των μαθηματικών μέσω εγχειριδίων που επιτρέπουν την άμεση συγγραφή και εκτέλεση κώδικα μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη της ΥΣ, προσδίδοντας παράλληλα μεγαλύτερη σημασία και εφαρμοσιμότητα στη μαθησιακή διαδικασία.

Ωστόσο, το ζήτημα της σχεδίασης και αξιοποίησης διαδραστικών διδακτικών εγχειριδίων παραμένει ανοιχτό, καθώς πρόκειται για ένα πεδίο που βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Τα περισσότερα ψηφιακά εγχειρίδια συνιστούν απλώς ψηφιοποιημένες εκδοχές των έντυπων εκδόσεων, γεγονός που περιορίζει την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει το ψηφιακό περιβάλλον.

Συνεπώς, στο πλαίσιο της ανάπτυξης και αξιολόγησης ενός διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου μαθηματικών που ενσωματώνει τον προγραμματισμό, τίθενται τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- ΕΕ1: Με ποιον τρόπο μπορεί να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί ένα διαδραστικό σχολικό εγχειρίδιο μαθηματικών που ενσωματώνει προγραμματισμό Η/Υ;
- ΕΕ2: Ποια είναι η στάση των μαθητών/τριών σχετικά με το διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο;
- ΕΕ3: Βελτιώνεται η κατανόηση της έννοιας του ποσοστού και η ικανότητα επίλυσης σχετικών προβλημάτων μετά τη χρήση του εγχειριδίου;
- ΕΕ4: Συνεισφέρει στην ανάπτυξη της ικανότητας της ΥΣ των μαθητών/τριών η χρήση του διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου μαθηματικών με ενσωματωμένο προγραμματισμό Η/Υ;

Δείγμα και μεθοδολογικά εργαλεία

Για τον σχεδιασμό του διαδραστικού εγχειριδίου εφαρμόστηκε έρευνα με σχεδιασμό (diSessa & Cobb, 2004) και για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μελέτη περίπτωσης (Yin, 2011). Η μονάδα ανάλυσης της μελέτης περίπτωσης ήταν ένα τμήμα 16 ατόμων της Α' Γυμνασίου, ενός επαρχιακού γυμνασίου, ηλικίας 12-13 ετών.

Για την επιλογή του δείγματος χρησιμοποιήθηκε δείγμα ευκολίας, το οποίο στερεί τη δυνατότητα γενίκευσης και μας επιτρέπει μόνο να εξάγουμε ενδείξεις για τις απόψεις των μαθητών/τριών που ρωτήθηκαν. Το συγκεκριμένο τμήμα επιλέχθηκε για τον περιορισμένο

αριθμό των μαθητών/τριών του, που αφενός διευκόλυνε την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης και αφετέρου δεν απαιτούσε την εύρεση μεγάλου αριθμού φορητών Η/Υ.

Η παρέμβαση υλοποιήθηκε στην ενότητα "Αναλογίες και Ποσοστά", σύμφωνα με τον προγραμματισμό της εκπαιδευτικού, και είχε διάρκεια δύο διδακτικών ωρών. Οι μαθητές/ήτριες εργάστηκαν σε ομάδες των 5-6 ατόμων, ώστε να ενισχυθούν η συνεργατικότητα, η αλληλεπίδραση και η αμοιβαία υποστήριξη. Για τον σχεδιασμό του εγχειριδίου πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση, ανάλυση αντίστοιχων διαδραστικών ψηφιακών εγχειριδίων και ημιδομημένη συνέντευξη με την εκπαιδευτικό, προκειμένου να ενσωματωθούν οι κατάλληλες εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές προδιαγραφές.

Η αξιολόγηση της εφαρμογής του εγχειριδίου και της επίδρασής του στους μαθησιακούς στόχους βασίστηκε σε συνδυασμό ποιοτικών και ποσοτικών εργαλείων. Συλλέχθηκαν ποιοτικά δεδομένα μέσω δομημένης παρατήρησης κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, ανάλυσης των δομημάτων των μαθητών/τριών και ημιδομημένης συνέντευξης με την εκπαιδευτικό. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο στάσεων προς το ηλεκτρονικό εγχειρίδιο, του οποίου η εσωτερική συνοχή αξιολογήθηκε με τον δείκτη Cronbach's Alpha (a = 0,789, N = 33 ερωτήσεις), ένδειξη υψηλής αξιοπιστίας. Η εγκυρότητα περιεχομένου διασφαλίστηκε μέσα από παρατηρήσεις και διορθώσεις της εκπαιδευτικού.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το λογισμικό SPSS v26 σε δύο στάδια. Αρχικά πραγματοποιήθηκε περιγραφική ανάλυση (συχνότητες, ποσοστά, μέσοι όροι (*ΜΟ*) και τυπικές αποκλίσεις (*ΤΑ*). Στη συνέχεια, για τη σύγκριση μετρήσεων πριν και μετά την παρέμβαση εφαρμόστηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Wilcoxon, καθώς ο έλεγχος κανονικότητας με το στατιστικό κριτήριο Shapiro-Wilk (ενδεδειγμένο για δείγματα μικρότερα των 50 ατόμων) έδειξε ότι οι τιμές των μεταβλητών δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή (p < 0,050).

Διασφαλίστηκε η συναίνεση των γονέων και η άδεια από τη Διεύθυνση του σχολείου, ενώ η συμμετοχή των μαθητών/τριών ήταν εθελοντική. Το ερωτηματολόγιο ενσωματώθηκε ως τελευταία δραστηριότητα στο διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο και περιείχε ερωτήσεις πεντάβαθμης κλίμακας Likert.

Αποτελέσματα

Από την ποιοτική ανάλυση της παρατήρησης και των συνεντεύξεων κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, διαπιστώθηκε πως οι μαθητές/ήτριες επέδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό κατά τη χρήση του διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου. Το εγχειρίδιο θεωρήθηκε εύχρηστο και κατανοητό, ενώ η ενσωμάτωση του προγραμματισμού κίνησε σημαντικά την περιέργεια των συμμετεχόντων/ουσών. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, οι μαθητές/ήτριες συνεργάστηκαν ενεργά, αντιμετώπισαν με επιτυχία τις προκλήσεις των δραστηριοτήτων και έδειξαν υψηλή διάθεση να ασχοληθούν ξανά με παρόμοια εργαλεία. Η εκπαιδευτικός της τάξης επισήμανε τη θετική συμβολή του εγχειριδίου στην κατανόηση της έννοιας των ποσοστών, στον τρόπο επίλυσης σχετικών προβλημάτων, αλλά και στην ενίσχυση δεξιοτήτων της ΥΣ, ιδιαίτερα της αλγοριθμικής σκέψης και της αποσύνθεσης προβλημάτων.

Η ποσοτική ανάλυση των δεδομένων ενίσχυσε τα ποιοτικά αυτά ευρήματα. Οι μαθητές/ήτριες αξιολόγησαν θετικά το διαδραστικό ψηφιακό εγχειρίδιο (*ΜΟ* = 3,95, *ΤΑ* = 0,437), χαρακτηρίζοντάς το ως κατανοητό (*ΜΟ* = 4,38, *ΤΑ* = 0,806), ενδιαφέρον (*ΜΟ* = 3,88, *ΤΑ* = 0,806) και εύχρηστο (*ΜΟ* = 3,56, *ΤΑ* = 1,094). Αναφορικά με τα συναισθήματα που βίωσαν, καταγράφηκαν υψηλά επίπεδα ενδιαφέροντος (*ΜΟ* = 3,94, *ΤΑ* = 0,929), ενθουσιασμού (*ΜΟ* = 3,81, *ΤΑ* = 1,109) και χαράς (*ΜΟ* = 3,44, *ΤΑ* = 0,892), ενώ χαμηλά επίπεδα άγχους (*ΜΟ* = 1,56, *ΤΑ* = 1,209) και πλήξης (*ΜΟ* = 1,69, *ΤΑ* = 0,793).

Τέλος, η συγκριτική ανάλυση πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (κριτήριο Wilcoxon) ανέδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της έννοιας των ποσοστών (Z =-3,5, p < 0,001), στον υπολογισμό προβλημάτων με ποσοστά (Z = -3,035, p = 0,002) καθώς και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων της ΥΣ και της αλγοριθμικής σκέψης (Z = -3,557, p < 0,001). Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη θετική επίδραση του διαδραστικού εγχειριδίου στη μαθησιακή διαδικασία.

Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, προέκυψαν οι εξής απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα:

ΕΕ1: Το διαδραστικό εγχειρίδιο σχεδιάστηκε με βάση το μοντέλο SAM, με βιβλιογραφική επισκόπηση, εντατική συνεργασία με την εκπαιδευτικό και υλοποίηση στο περιβάλλον Jupyter, ενσωματώνοντας δραστηριότητες προγραμματισμού. Ωστόσο, δεν είναι πάντα προφανές ποιες μαθηματικές δραστηριότητες προσφέρονται για υλοποίηση μέσω προγραμματισμού, γεγονός που απαιτεί ιδιαίτερη παιδαγωγική και τεχνική επεξεργασία κατά τον σχεδιασμό.

ΕΕ2: Οι μαθητές/ήτριες αξιολόγησαν το εγχειρίδιο θετικά ως εύχρηστο, διασκεδαστικό και ενδιαφέρον, δηλώνοντας ότι θα επιθυμούσαν περισσότερα μαθήματα με αυτό.

ΕΕ3: Καταγράφηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της έννοιας του ποσοστού. Αντίστοιχη βελτίωση διαπιστώθηκε και στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων με ποσοστά. Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν τη συμβολή του διαδραστικού εγχειριδίου στην ενίσχυση της αποτελεσματικής διδασκαλίας μαθηματικών εννοιών.

ΕΕ4: Η χρήση του εγχειριδίου συνέβαλε στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ, όπως η αλγοριθμική σκέψη, η αποσύνθεση και η αυτοματοποίηση.

Συμπεράσματα-περιορισμοί-προτάσεις

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε την ενσωμάτωση της ΥΣ στη διδασκαλία των μαθηματικών, μέσω ενός διαδραστικού ψηφιακού εγχειριδίου που αναπτύχθηκε με βάση το μοντέλο SAM. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αξιοποίηση ενός τέτοιου εργαλείου στη σχολική τάξη μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη, τόσο ως προς τη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στο μάθημα όσο και ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι μαθητές/ήτριες αντιμετώπισαν θετικά το εγχειρίδιο, χαρακτηρίζοντάς το διασκεδαστικό, ενδιαφέρον, κατανοητό και εύχρηστο, ενώ εξέφρασαν την επιθυμία να το αξιοποιήσουν και σε άλλα μαθήματα.

Από τη σύγκριση των δεδομένων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση προέκυψε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κατανόηση και στον υπολογισμό των ποσοστών καθώς και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων της ΥΣ, όπως η αλγοριθμική σκέψη, η αποσύνθεση και η γενίκευση. Τα ποσοτικά αυτά ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχα αποτελέσματα διεθνών ερευνών (Lockwood & Mooney, 2018· Miller & Ranum, 2012· O'Bannon et al., 2017), ενισχύοντας τη θέση ότι τα διαδραστικά εγχειρίδια με ενσωμάτωση του προγραμματισμού έχουν θετική επίδραση στη μάθηση των μαθηματικών και στην ανάπτυξη της ΥΣ.

Η ανάπτυξη ενός διαδραστικού εγχειριδίου με ενσωματωμένο προγραμματισμό απαιτεί σημαντική προσπάθεια και τεχνικό υπόβαθρο. Ωστόσο, τα θετικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν ότι πρόκειται για μια επένδυση με πολλαπλά εκπαιδευτικά οφέλη.

Παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, η έρευνα παρουσιάζει περιορισμούς. Ο βασικότερος αφορά το μικρό μέγεθος του δείγματος, γεγονός που δεν επιτρέπει γενίκευση των

ευρημάτων στο σύνολο του μαθητικού πληθυσμού. Επίσης, η μικρή διάρκεια της παρέμβασης (2 διδακτικές ώρες) ενδέχεται να μην επαρκεί για την πλήρη ανάπτυξη και αξιολόγηση όλων των δεξιοτήτων που σχετίζονται με την ΥΣ. Επιπλέον, η παρέμβαση ήταν εντοπισμένη σε μία μικρή και πολύ συγκεκριμένη ενότητα των μαθηματικών, γεγονός που περιορίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων για την εφαρμογή της μεθόδου σε άλλες μαθηματικές περιοχές.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα ανάλογων παρεμβάσεων σε μεγαλύτερα δείγματα και με πιο εκτεταμένη διάρκεια καθώς και την εφαρμογή παρόμοιων εργαλείων σε άλλες μαθηματικές έννοιες και τάξεις. Επιπλέον, ενώ υπάρχουν πολλά παραδείγματα δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον υπολογισμό αλγεβρικών τιμών, παρατηρείται έλλειψη δραστηριοτήτων για τη διαχείριση και επεξεργασία αλγεβρικών παραστάσεων, αξιοποιώντας υπάρχουσες βιβλιοθήκες της Python. Τέλος, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης θα μπορούσε να προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για την ανάπτυξη εξατομικευμένων διαδραστικών εγχειριδίων, προσαρμοσμένων στις ανάγκες τόσο των μαθητών/τριών όσο και των εκπαιδευτικών.

Αναφορές

Alpizar-Chacon, I., Van Der Hart, M., Wiersma, Z., Theunissen, L., & Sosnovsky, S. (2020). Transformation of PDF textbooks into intelligent educational resources. In S. Sosnovsky, P. Brusilovsky, R. Baraniuk, & A. Lan (Eds.), *Proceedings of the Second International Workshop on Intelligent Textbooks 2020* (vol. 2674, pp. 4-16). CEUR Workshop Proceedings.

Andersen, R. (2022). Block-based programming and computational thinking in a collaborative setting: A case study of integrating programming into a maths subject. *Acta Didactica Norden, 16*(4), 1-22. https://doi.org/10.5617/adno.9169

Anderson, M. (2015). *Technology device ownership: 2015*. Pew Research Center.

Bocconi, S., Chioccariello, A., & Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. Report prepared for the Nordic@BETT2018 Steering Group. https://doi.org/10.17471/54007

Bybee R. W., Taylor J. A., Gardner A., Van Scotter P., Powell J. C., Westbrook A., & Landes N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs: BSCS.

Bråting, K., & Kilhamn, C. (2020). Exploring the intersection of algebraic and computational thinking. *Mathematical Thinking and Learning, 23*(2), 1-16. https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1779012

Clark, D. T. (2009). Lending Kindle e-book readers: First results from the Texas A&M University project. *Collection Building, 28*(4), 146-149. https://doi.org/10.1108/01604950910999774

diSessa, A. A., & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences, 13*(1), 77-103. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_4

Huang, Y.-M., Liang, T.-H., Su, Y.-N., & Chen, N.-S. (2012). Empowering personalized learning with an interactive e-book learning system for elementary school students. *Educational Technology Research and Development, 60*(4), 703-722. https://doi.org/10.1007/s11423-012-9237-6

Jona, K., Wilensky, U., Trouille, L., Horn, M. S., Orton, K., Weintrop, D., & Beheshti, E. (2014). *Embedding computational thinking in science, technology, engineering, and math (CT-STEM)* [Conference presentation]. Future Directions in Computer Science Education Summit Meeting.

Kallia, M., Van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendsen, E., & Tolboom, J. (2021). Characterising computational thinking in mathematics education: A literature-informed Delphi study. *Research in Mathematics Education, 23*(2), 159-187. https://doi.org/10.1080/14794802.2020.1852104

Kynigos, C., & Kalogeria, E. (2012). Boundary crossing through in-service online mathematics teacher education: the case of scenarios and half-baked microworlds. *ZDM Mathematics Education, 44*, 733-745. https://doi.org/10.1007/s11858-012-0455-5

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almughyirah, S. (2016). Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Journal of Science Education and Technology, 25*(6), 860-876. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9628-2

Lockwood, E., & Mørken, K. (2021). A call for research that explores relationships between computing and mathematical thinking and activity in RUME. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education, 7*, 404-416. https://doi.org/10.1007/s40753-020-00129-2

Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 2*(1), 41-60. https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i1.26

Miller, B., & Ranum, D. (2012). Beyond PDF and ePub: Toward an interactive textbook. *Proceedings of the 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 150-155). ACM. https://doi.org/10.1145/2325296.2325335

National Science Foundation. (2013). *Common guidelines for education research and development*. Institute of Education Sciences.

Nicholas, D., Rowlands, I., & Jamali, H. R. (2010). E-textbook use, information seeking behaviour and its impact: Case study business and management. *Journal of Information Science, 36*(2), 263-280. https://doi.org/10.1177/0165551510363660

O'Bannon, B. W., Skolits, G. J., & Lubke, J. K. (2017). The influence of digital interactive textbook instruction on student learning preferences, outcomes, and motivation. *Journal of Research on Technology in Education, 49*(3-4), 103-116. https://doi.org/10.1080/15391523.2017.1303798

Payne, K. F., Goodson, A. M., Tahim, A., Wharrad, H. J., & Fan, K. (2012). Using the iBook in medical education and healthcare settings: The iBook as a reusable learning object; A report of the author's experience using iBooks Author software. *Journal of Visual Communication in Medicine, 35*(4), 162-169. https://doi.org/10.3109/17453054.2012.747173

Pepin, B., Gueudet, G., Yerushalmy, M., Trouche, L., & Chazan, D. (2015). E-textbooks in/for teaching and learning mathematics: A disruptive and potentially transformative educational technology. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 636-661). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203448946

Sites, R., & Green, A. (2014). *Leaving ADDIE for SAM field guide: guidelines and templates for developing the best learning experiences*. Astd Press.

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology, 25*(1), 127-147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Wilensky, U. (1995). Paradox, programming, and learning probability: A case study in a connected mathematics framework. *The Journal of Mathematical Behavior, 14*(2), 253-280. https://doi.org/10.1016/0732-3123(95)90010-1

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking - What and why? *The Link Magazine, 6*(2011): 20-23.

Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research*. Sage.

Φεσάκης, Γ., & Μουστάκα, Μ.-Α. (2024). Η ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στη διδασκαλία των Μαθηματικών. *ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ γ΄, 100*(1-2).

Ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης σε Μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης: Μελέτη περίπτωσης

Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης, Σταματία Βολίκα
stapran@rhodes.aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, svolika@sch.gr
Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η Υπολογιστική Σκέψη θεωρείται απαραίτητη δεξιότητα των μελλοντικών πολιτών και μπορεί να αναπτυχθεί από την αρχική σχολική ηλικία μέσω διαφόρων προσεγγίσεων. Το άρθρο αυτό αφορά την ενσωμάτωση της ΥΣ στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μέσω μιας πολιτισμικά ευαισθητοποιημένης, αποσυνδεδεμένης προσέγγισης. Στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού έργου, εφαρμόστηκαν σχέδια μαθημάτων που ενσωμάτωναν πολιτισμικά στοιχεία διαφόρων χωρών και δραστηριότητες καλλιέργειας της ΥΣ για την επίτευξη στόχων των Προγραμμάτων Σπουδών των μαθημάτων Γλώσσας και Τέχνης διαφόρων τάξεων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων, φύλλων εργασίας, αναστοχαστικών γραπτών μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών, και συνεντεύξεων ομάδας εστίασης, και αναλύθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά. Οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα αναδεικνύουν την ελκυστικότητα και αποτελεσματικότητα της προσέγγισης αυτής, καθώς και επιτυχημένα στοιχεία της μεθοδολογίας εκπαιδευτικού σχεδιασμού. Το άρθρο αναδεικνύει τις δυνατότητες της ολοκληρωμένης και πολιτισμικά ευαισθητοποιημένης ενσωμάτωσης της ΥΣ στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, αξιοποιώντας την αποσυνδεδεμένη προσέγγιση.

Λέξεις κλειδιά: αποσυνδεδεμένη προσέγγιση, εκπαιδευτικός σχεδιασμός, πολιτισμική ευαισθητοποίηση, υπολογιστική σκέψη

Εισαγωγή

Για την ενίσχυση της ψηφιακής ικανότητας των μελλοντικών πολιτών και την εκπαίδευση στην Επιστήμη των Υπολογιστών (ή Πληροφορική), έχουν ανακοινωθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή επίσημες πολιτικές (ECDEAP, 2020· Vuorikari, 2022). Παράλληλα, διεθνείς πρωτοβουλίες μεγάλης κλίμακας, όπως η "Ώρα του Κώδικα" και ο Διαγωνισμός Πληροφορικής και ΥΣ Bebras στοχεύουν στην κάλυψη της έλλειψης διακριτών μαθημάτων Πληροφορικής στη βασική εκπαίδευση (Dagienė, 2006). Ενδιαφέρον συγκεντρώνει επίσης η ενσωμάτωση της διδασκαλίας της Πληροφορικής στα Προγράμματα Σπουδών άλλων σχολικών μαθημάτων, και η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) προτείνεται διεθνώς ως εννοιολογικό όχημα για την υλοποίηση της ενσωμάτωσης αυτής (Fessakis et al., 2018). Με τον τρόπο αυτό, εκτός της εξοικονόμησης εκπαιδευτικού χρόνου, αξιοποιούνται τα πλεονεκτήματα της "ολοκληρωμένης προσέγγισης" (Neumann et al., 2021), όπως η προώθηση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών/τριών στην ουσιαστική μάθηση, η βαθύτερη κατανόηση και η ευρύτερη προοπτική για μελέτη ποικίλων θεμάτων.

Η ΥΣ αφορά την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων γενικότερα, αξιοποιώντας έννοιες, μεθόδους και εργαλεία της Πληροφορικής, όπως ενδεικτικά η αφαίρεση, η γενίκευση, η αναγνώριση προτύπων, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός, η αποσύνθεση προβλημάτων, η αναπαράσταση δεδομένων, η προσομοίωση και η αυτοματοποίηση, ο πειραματισμός και το παιχνίδι, η αποσφαλμάτωση, η επιμονή και η συνέχιση της εργασίας, η συνεργασία-ομαδική εργασία κ.ά. (Bocconi et al., 2022· Fessakis et al., 2018· Wing, 2006, 2011). Μπορεί να

αξιοποιηθεί σε μαθήματα που σχετίζονται με την Πληροφορική (π.χ., Μαθηματικά, Φυσικές Επιστήμες), καθώς και σε μαθήματα κοινωνικών επιστημών και τεχνών, αντανακλώντας την επίδραση της ψηφιακής τεχνολογίας σε αυτούς τους τομείς. Επιπλέον, η ΥΣ αποτελεί βασική πρακτική της Πληροφορικής και μπορεί να ενσωματωθεί σε όλα σχεδόν τα μαθήματα, με ή χωρίς χρήση υπολογιστών, δηλαδή αποσυνδεδεμένα (unplugged). Οι αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες εξαλείφουν τις ανησυχίες που σχετίζονται με την πρόσβαση στον εξοπλισμό, ενώ οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε κιναισθητικές εμπειρίες και επικεντρώνονται σε σημαντικές έννοιες της Πληροφορικής αντί να αποσπώνται από τη χρήση εξειδικευμένων εργαλείων και τεχνικών, όπως ο προγραμματισμός (Hu et al., 2024· Sung et al., 2017· Webb et al., 2017). Έχει αποδειχθεί, δε ότι οι αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες επιδρούν θετικά στην καλλιέργεια της ΥΣ των μαθητών/τριών (Chen et al., 2023). Η διαπολιτισμική επάρκεια αποτελεί επίσης σημαντικό στόχο της εκπαίδευσης, δεδομένης της διεθνοποίησης και της μικτής σύνθεσης της σημερινής τάξης (Kavenuke & Kihwele, 2025· Portera, 2020).

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε ένα διεθνές έργο Erasmus+ που υλοποιήθηκε για να συμβάλει στην ανάπτυξη της ΥΣ των μαθητών/τριών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το έργο περιλάμβανε τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας σειράς Σχεδίων Μαθημάτων (ΣΜ), που ενσωμάτωναν την ΥΣ στα μαθήματα της Γλώσσας και της Τέχνης (Εικαστικά και Μουσική) της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, χωρίς τη χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, δηλαδή αποσυνδεδεμένα, αντλώντας στοιχεία από την πολιτισμική κουλτούρα των χωρών που συμμετείχαν. Τα αποτελέσματα παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την εκπαιδευτική προσέγγιση της καλλιέργειας της ΥΣ.

Ολοκληρωμένη προσέγγιση της εκπαίδευσης

Η ολοκληρωμένη, ή ενσωματωμένη (integrated), προσέγγιση στην εκπαίδευση περιλαμβάνει το συνδυασμό διαφορετικών επιστημονικών πεδίων κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας για την παροχή μιας πιο ολιστικής, συνδεδεμένης και σχετικής εκπαιδευτικής εμπειρίας για τους/τις μαθητές/τριες. Σε σύγκριση με τη συμβατική προσέγγιση ενός θέματος/ενός επιστημονικού πεδίου και τη διακριτή-απομονωμένη διδασκαλία μαθημάτων από κάθε επιστημονικό πεδίο (Drake & Burns, 2004), η προσέγγιση αυτή γεφυρώνει διαφορετικά γνωστικά πεδία και προωθεί τη βαθύτερη κατανόηση διαφόρων θεμάτων (Jones, 2010). Η ΥΣ, ως βασική πρακτική της Πληροφορικής που αξιοποιείται για την επίλυση κάθε είδους προβλημάτων, μπορεί να ενσωματωθεί στη διδασκαλία όλων σχεδόν των γνωστικών αντικειμένων της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Neumann et al., 2021), ανάλογα με το βαθμό της αντιλαμβανόμενης διάκρισης των εμπλεκόμενων γνωστικών αντικειμένων (Drake & Burns, 2004). Η ενσωμάτωση αυτή εξυπηρετεί την ολιστική προσέγγιση της γνώσης και την ανάπτυξη συνδέσεων από τους/τις μαθητές/τριες, οι οποίες επιτρέπουν την οικοδόμηση πιο ισχυρών και εφαρμόσιμων γνωστικών σχημάτων. Η ιδέα της ανάπτυξης ΥΣ υλοποιείται στην ουσία της με την ολοκληρωμένη προσέγγιση, ακριβώς επειδή αφορά την ικανότητα δημιουργικής εφαρμογής της Πληροφορικής σε διαφορετικά γνωστικά πεδία. Αυτή η ολιστική προσέγγιση καθοδήγησε την παρούσα μελέτη.

Πολιτισμικά ευαισθητοποιημένη εκπαίδευση

Η πολιτισμικά ευαισθητοποιημένη διδασκαλία αφορά το πλαίσιο στο οποίο οι ακαδημαϊκές γνώσεις και δεξιότητες τοποθετούνται στις βιωμένες εμπειρίες των μαθητών/τριών, αποκτώντας έτσι προσωπικό νόημα, μεγαλύτερο ενδιαφέρον και διευκολύνοντας τη μάθηση (Gay, 2018). Η διδασκαλία αυτή ενσωματώνει τις πολιτισμικές ταυτότητες, τα έθιμα, τις απόψεις και τις βιωμένες εμπειρίες στην τάξη ως εργαλεία εκπαίδευσης (Mazzuki, 2025). Με

την εμπλοκή σε μεθόδους πολιτισμικής ευαισθητοποίησης, οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν αυξημένη ενεργό συμμετοχή, κίνητρα, βελτιωμένη αυτοαποτελεσματικότητα, εννοιολογική κατανόηση, και καλύτερες αριθμητικές και ποιοτικές επιδόσεις (Will & Najarro, 2022). Στο πλαίσιο του έργου, αναπτύχθηκαν πολιτισμικά ευαισθητοποιημένα ΣΜ γύρω από λαϊκά παραμύθια, μύθους, έργα εικαστικών τεχνών και μουσικής. Στο πεδίο της ΥΣ, τα ΣΜ αντλούν από τα πρότυπα της Computer Science Teachers Association (2023), τα οποία προωθούν την ισότητα και την ένταξη, προτείνοντας σχετικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις, και ιδιαίτερα το πλαίσιο Πολιτισμικά Σχετιζόμενη/Ευαισθητοποιημένη Παιδαγωγική (Culturally Relevant/Responsive Pedagogy-CRP) (CSTA, 2023). Λεπτομερής περιγραφή της προσέγγισης εκπαιδευτικού σχεδιασμού, καθώς και το σύνολο των ΣΜ, είναι διαθέσιμα στον επίσημο ιστότοπο του έργου (https://inctcorps.pau.edu.tr/).

Υπολογιστική Σκέψη μέσω ολοκληρωμένης, αποσυνδεδεμένης προσέγγισης

Παιδαγωγικές μέθοδοι και εργαλεία που έχουν προταθεί για τη διδασκαλία της Πληροφορικής αξιοποιούν λογισμικό και προγραμματισμό υπολογιστών (Sengupta et al., 2013), τεχνολογικές συσκευές (Atmatzidou & Demetriadis, 2015), ή συνδυάζουν τον προγραμματισμό με φυσικά, παραδοσιακά κοινωνικά παιχνίδια (Lee et al., 2014). Παράλληλα προωθείται και η διαθεματική ενσωμάτωση της ΥΣ σε διάφορα μαθήματα, όπως τα Μαθηματικά και οι Φυσικές Επιστήμες (Weintrop et al., 2016), οι Τέχνες και ο Χορός (Leonard et al., 2021). Ωστόσο, παρά την κυρίαρχη θέση των τεχνολογικών εργαλείων στην προτεινόμενη μεθοδολογία, η χρήση τέτοιου εξοπλισμού δεν αποτελεί αποκλειστικό όρο, και η ΥΣ έχει επίσης προταθεί να διδάσκεται χωρίς τη χρήση εργαλείων, μέσω αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων (Bell, 2021). Η αποσυνδεδεμένη προσέγγιση διευκολύνει την ενσωμάτωση της ΥΣ σε διάφορα μαθήματα, προσφέροντας ευκαιρίες για βιωματική μάθηση και εννοιολογική κατανόηση. Ο παιγνιώδης και κιναισθητικός χαρακτήρας των αποσυνδεδεμένων, ενσώματων μαθησιακών δραστηριοτήτων ενισχύει τη δυναμική ανάπτυξη της ΥΣ και την εννοιολογική κατανόησή της, ενώ οι μαθητές/τριες μπορούν επίσης να ενσαρκώσουν την ΥΣ με διάφορους τρόπους κατά τη διάρκεια της διαδικασίας (Hu et al., 2024). Οι μαθητές/τριες είναι πιθανότερο να επιτύχουν μάθηση αν αυτή ευθυγραμμίζεται με την ψυχαγωγία τους και με ό,τι έχει προσωπικό νόημα για αυτούς/ές (Bell, 2021). Ο σκοπός της αποσυνδεδεμένης διδασκαλίας είναι να ενισχύσει την επιθυμία των μαθητών/τριών να καλλιεργήσουν την ΥΣ και να την αξιοποιήσουν για την επίλυση διεπιστημονικών προβλημάτων διαφόρων τομέων. Στην παρούσα έρευνα αξιοποιείται η αποσυνδεδεμένη προσέγγιση για τη διαθεματική ενσωμάτωση της ΥΣ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Στόχος-Ερευνητικά ερωτήματα

Στη βιβλιογραφία δεν εντοπίστηκαν έρευνες αξιοποίησης της πολιτισμικής ευαισθητοποίησης και της αποσυνδεδεμένης προσέγγισης για την ενσωμάτωση της ΥΣ σε μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Το παρόν άρθρο μελετά την εφαρμογή της προσέγγισης αυτής, στοχεύοντας στην απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων:

1. Είναι αποτελεσματική και ελκυστική για τους/τις μαθητές/τριες η πολιτισμικά ευαισθητοποιημένη, αποσυνδεδεμένη, ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;
2. Ποια στοιχεία του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που ακολουθήθηκε στην παρούσα έρευνα συμβάλουν στην επιτυχία αυτής της προσέγγισης;

Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζονται η μέθοδος και τα αποτελέσματα της έρευνας, απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα, συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Μεθοδολογία

Σχεδιασμός της μελέτης και συμμετέχοντες/ουσες

Η έρευνα διεξήχθη στο πλαίσιο του έργου Erasmus+ KA220 "Ολοκληρωμένο και Πολιτισμικά Ευαισθητοποιημένο Πρόγραμμα Σπουδών Υπολογιστικής Σκέψης για Μαθητές/τριες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης" (Integrated and Culturally Responsive Computational Thinking Curriculum for Primary Students - INCTCORPS, 2021-1-TR01-KA220-SCH000024437), με εταίρους από την Τουρκία, τη Σλοβενία, την Ελλάδα και τη Ρουμανία, με στόχο την προώθηση της πολιτισμικά ευαισθητοποιημένης ενσωμάτωσης της ΥΣ στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με την αποσυνδεδεμένη προσέγγιση. Επτά εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (5 γενικής/2 μουσικής παιδείας, 6 γυναίκες/1 άντρας) συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη, η οποία διεξήχθη σε πέντε δημόσια δημοτικά σχολεία γενικής εκπαίδευσης, σε νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας (Ρόδος, Κως).

Οι εκπαιδευτικοί παρακολούθησαν διαδικτυακό σεμινάριο κατάρτισης διάρκειας 5 ωρών, παρεχόμενο από την ερευνητική ομάδα, για να εισαχθούν στις έννοιες, να εξοικειωθούν με το εκπαιδευτικό υλικό, και να συζητήσουν κατευθύνσεις και την αναμενόμενη συνεισφορά τους. Στη συνέχεια, διατέθηκε χρόνος 2 εβδομάδων για να μελετήσουν το θεωρητικό πλαίσιο και να επιλέξουν από μια συλλογή 52 ΣΜ, 2 ή 3 ΣΜ που θα υλοποιούσαν στις τάξεις τους. Επιλέχθηκαν και εφαρμόστηκαν τελικά 14 ΣΜ (9 Γλώσσας και 5 Τέχνης) σε τμήματα τάξεων Α έως Δ Δημοτικού, των 20-25 μαθητών/τριών το καθένα. Η διάρκεια κάθε ΣΜ ήταν 1-3 συνεδρίες των 45 λεπτών. Συνολικά, συλλέχθηκαν δεδομένα από 17 ΣΜ (3 ΣΜ εφαρμόστηκαν 2 φορές), 30 ώρες εφαρμογής των ΣΜ και 155 μαθητές/τριες, ηλικίας 6-10 ετών.

Περιγραφή του σχεδίου μαθήματος και ερευνητικά εργαλεία

Όλα τα ΣΜ δίνουν έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ με την ενσωμάτωση πολιτιστικών στοιχείων όπως λαϊκά παραμύθια, ιστορίες, μύθοι και θρύλοι, δημοτικά τραγούδια, πίνακες ζωγραφικής, συνταγές, μουσικά όργανα, τοπικά χαρακτηριστικά (ψηφιδωτά, λαβύρινθοι) ή παραδοσιακές δεξιότητες (υφαντική ή τραγούδι). Υποστηρίζουν διαθεματικές, πολύ-επιστημονικές ή διεπιστημονικές προσεγγίσεις και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εννοιών και πρακτικών της ΥΣ, όπως αλγόριθμοι, αφαίρεση, αποσύνθεση, αναγνώριση προτύπων, και αποσφαλμάτωση. Κάθε ΣΜ αρχικά εισάγει κάποιο από τα πολιτιστικά στοιχεία (π.χ., μύθο ή πίνακα ζωγραφικής) και αντλεί επιπλέον στοιχεία από τους στόχους των εθνικών προγραμμάτων σπουδών Γλώσσας και Τέχνης. Υπό το πρίσμα του πολιτιστικού στοιχείου, οι μαθητές/τριες στη συνέχεια εμπλέκονται σε δραστηριότητες για την καλλιέργεια της ΥΣ. Αναλυτικές πληροφορίες και η πλήρης συλλογή των ΣΜ είναι διαθέσιμη στον επίσημο ιστότοπο του έργου https://inctcorps.pau.edu.tr/index.html.

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων αξιοποιήθηκαν πολλαπλές πηγές και εργαλεία. Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν σε ερωτηματολόγια πριν και μετά την εφαρμογή των ΣΜ, και παρέδωσαν στην ερευνητική ομάδα τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια, τα φύλλα εργασίας των μαθητών/τριών, συμπληρωμένες φόρμες αναστοχασμού και ανατροφοδότησης μαθητών/τριών και εκπαιδευτκών για κάθε ΣΜ, ενώ κατόπιν συμμετείχαν σε μια ενδελεχή συζήτηση ομάδας εστίασης. Για τις περιπτώσεις που η ηλικία των μαθητών/τριών δεν επέτρεπε τον γραπτό λόγο, οι εκπαιδευτικοί καταχώρησαν τις απαντήσεις στις αντίστοιχες

φόρμες εκ μέρους τους, με βάση τις παρατηρήσεις τους. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης και απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα. Για λόγους ανωνυμοποίησης, οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών σημειώνονται με Ε (αρ.) και των μαθητών/τριών με Μ (αρ.).

Ανάλυση δεδομένων-αποτελέσματα

Για την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων των ερωτηματολογίων αξιοποιήθηκαν μέθοδοι περιγραφικής στατιστικής και χρήση του εργαλείου Microsoft Excel. Για την ποιοτική ανάλυση του περιεχομένου των φύλλων εργασίας, των αναστοχαστικών κειμένων και των συνεντεύξεων των εκπαιδευτικών διενεργήθηκε θεματική ανάλυση περιεχομένου. Από τις παραπάνω διαδικασίες προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα.

Αποτελεσματικότητα και ελκυστικότητα της παρέμβασης

Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας και ελκυστικότητας των ΣΜ, αξιολογήθηκε η αποτίμηση της εμπειρίας των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών μέσω της ποσοτικής και ποιοτικής ανάλυσης των απαντήσεών τους στα ερωτηματολόγια, των αναστοχαστικών κειμένων τους και των συνεντεύξεων στην ομάδα εστίασης. Η εμπλοκή των μαθητών/τριών αξιολογήθηκε ως αρκετά υψηλή, με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών (Σχήμα 1).

Σχήμα 1. Αποτίμηση εμπλοκής μαθητών/τριών

Δεν καταγράφηκε καμία απάντηση για τη Χαμηλή ή Πολύ χαμηλή εμπλοκή. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι οι μαθητές/τριες συμμετείχαν με ενθουσιασμό, ενώ στις περιπτώσεις όπου η συμμετοχή στο μέρος του παραμυθιού/μύθου ήταν μέτρια, το ενδιαφέρον αυξήθηκε αργότερα, κατά την εμπλοκή με τις δραστηριότητες. Χαρακτηριστικά αποσπάσματα από τα γραπτά και τις συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών τεκμηριώνουν την εμπλοκή αυτή:

Ε1: "*(Οι μαθητές/τριες) … με άκουγαν προσεκτικά να διαβάζω την ιστορία... απάντησαν σε ερωτήσεις... συνεργάστηκαν μέσα στις ομάδες τους για να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες...*"

Ε1: "*…έκαναν ερωτήσεις και όλοι συμμετείχαν με ενθουσιασμό στις δραστηριότητες*".

Ε2: "*Η συμμετοχή των παιδιών στην ανάλυση του παραμυθιού ήταν μέτρια. Στη συνέχεια, με την εισαγωγή του φύλλου εργασίας και την παρουσίαση των ρυθμών, η συμμετοχή τους αυξήθηκε*".

Ε2: "*…αναγνώρισαν το παραμύθι όπως το γνώριζαν στην ελληνική εκδοχή του η οποία έχει κάποιες διαφορές και ομοιότητες με την ξένη. Αυτό αύξησε το ενδιαφέρον τους*".

Ε3: "*Οι δραστηριότητες συνδέθηκαν με τους ήρωες και αύξησαν το ενδιαφέρον των μαθητών*".

Για να τεκμηριώσουν την εμπλοκή των μαθητών/τριών, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν την εξοικείωση με το πολιτισμικό στοιχείο (παραμύθι) και τις ελκυστικές και πολιτισμικά

ενδιαφέρουσες δραστηριότητες. Στις αντίστοιχες ερωτήσεις προς τους/τις εκπαιδευτικούς, η αποσυνδεδεμένη μορφή των δραστηριοτήτων αξιολογήθηκε επίσης θετικά ως αποτελεσματική για τη διδασκαλία των εννοιών της ΥΣ (14/17, 82.35%), ελκυστική (12/17, 70.59%) και σχετική με τους στόχους του μαθήματος (13/17, 76.47%). Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι οι μαθησιακοί στόχοι της Τέχνης και της Γλώσσας επιτεύχθηκαν σε 14/17 (82.35%) περιπτώσεις και της ΥΣ σε 16/17 (94.11%) περιπτώσεις, αναδεικνύοντας την υψηλή αποτελεσματικότητα των ΣΜ.

Η εφαρμογή των ΣΜ χαρακτηρίστηκε ως μάλλον επιτυχής και δεν αναφέρθηκαν δυσκολίες από τους/τις εκπαιδευτικούς. Οι αναγκαίες προσαρμογές και τροποποιήσεις, π.χ., όσον αφορά τη διάρκεια ή τη μορφή (προφορική/γραπτή) των δραστηριοτήτων, αντιμετωπίστηκαν με βάση τις ανάγκες των τάξεων. Σε γενικές γραμμές, οι μαθητές/τριες σύνδεσαν εν μέρει την ΥΣ με τους μύθους και, με την υποστήριξη των εκπαιδευτικών, ανέφεραν περιπτώσεις όπου κάνουν χρήση ΥΣ ακόμη και χωρίς να το συνειδητοποιούν, όπως "*συνταγές, βιντεοπαιχνίδια, ντύσιμο, βούρτσισμα δοντιών, κατασκευή origami, συναρμολόγηση, μια συγκεκριμένη διαδρομή από το σπίτι στο σχολείο*". Κάποιοι/ες δήλωσαν ενθουσιασμένοι/ες με αυτόν τον νέο τρόπο σκέψης και πρόθυμοι/ες να ασχοληθούν περισσότερο με αυτόν, ενώ άλλοι/ες ήταν πιο επιφυλακτικοί/ές και εντόπισαν τη σύνδεση μεταξύ τεχνολογίας/υπολογιστών και ΥΣ μόνο με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών - τότε φάνηκαν ενθουσιώδεις και πρόθυμοι/ες να μάθουν περισσότερα για την ΥΣ και τις εφαρμογές της. Ακολουθούν αποσπάσματα από τα αναστοχαστικά κείμενα των μαθητών/τριών:

Μ1: "*Με βοήθησε να ανακαλύψω τρόπους να λύνω τις διαφορές μου με τους συμμαθητές μου όταν διαφωνούμε στο διάλειμμα*".

Μ2: "*... δημιούργησα ένα μικρό μουσικό όργανο με τη βοήθεια του δασκάλου μου*".

Μ3: "*Χρησιμοποίησα την υπολογιστική σκέψη όταν προσπάθησα να συνθέσω το δικό μου μουσικό κομμάτι με το μεταλλόφωνο. Χρησιμοποίησα τον κώδικα με τον πίνακα και τις τελείες*".

Μ4: "*Στην καθημερινή μου ζωή υπάρχουν πολλές πτυχές αυτών που μάθαμε στην τάξη - επανάληψη καταστάσεων (βρόγχοι), επίλυση προβλημάτων κ.λπ.*"

Μ5: "*Χρησιμοποιώ την ΥΣ μερικές φορές όταν μου συμβαίνουν δύσκολες καταστάσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις προσπαθώ να είμαι ήρεμος, να αναλύω την κατάσταση, να σκέφτομαι παρόμοιες περιπτώσεις στο παρελθόν και να προσπαθώ να βρω μια λύση*".

Μ6: "*... Μου άρεσε που μιλήσαμε για τα μουσικά κουτιά και τον προγραμματισμό. Μακάρι να μπορούσα να φτιάξω κάτι τέτοιο στο μέλλον*".

Στοιχεία επιτυχίας του εκπαιδευτικού σχεδιασμού

Η γενική εμπειρία αξιολογήθηκε θετικά και φάνηκε να ενδιαφέρει μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς. Τα πολυπολιτισμικά στοιχεία που ενσωματώθηκαν στα ΣΜ προώθησαν τη συμμετοχή των μαθητών/τριών, ενώ οι ιστορίες και οι μύθοι δημιούργησαν ένα πλαίσιο σύνδεσης με τους ήρωες. Η αποσυνδεδεμένη προσέγγιση προσέδωσε γενικότερο ενδιαφέρον, διευκόλυνε την εφαρμογή των μαθημάτων και βοήθησε στην άρση τυχόν εμποδίων που σχετίζονταν με τεχνολογικό εξοπλισμό ή/και γνώσεις. Αποσπάσματα συνεντεύξεων:

Ε4: "*Ένας Ιταλός μαθητής, ο οποίος συνήθως δεν συμμετείχε, άρχισε να συμμετέχει εθελοντικά λόγω της σύνδεσης που βρήκε με τον μύθο του Ιάσονα. Το οικείο εκπαιδευτικό υλικό τους ενεργοποίησε*".

Ε2: "*Είμαι ενθουσιασμένος από τη σύνδεση της ΥΣ με τη μουσική. Θέλω να ασχοληθώ περισσότερο με αυτή την πρακτική*".

Πολιτισμικά στοιχεία, όπως συνταγές και τραγούδια, και απτό εκπαιδευτικό υλικό, όπως τουβλάκια Lego και tangrams, αναφέρθηκαν από τους/τις εκπαιδευτικούς ως αποτελεσματικά στοιχεία των ΣΜ. Βρήκαν επίσης πολύ ενδιαφέρουσα και χρήσιμη την

ενσωμάτωση των μύθων, ωστόσο ανέφεραν την ανάγκη κατάλληλης γλωσσικής προσαρμογής τους ώστε να ανταποκρίνονται στις ηλικίες και τη γλώσσα των μαθητών/τριών.

Ε4: "*Στο ρουμανικό σενάριο προέκυψε μια δραστηριότητα σύγκρισης του παραμυθιού με το αντίστοιχο ελληνικό και η συμμετοχή των παιδιών έγινε πολύ ενεργή και ουσιαστική*".

Ε2: "*Στο ΣΜ με το μαγικό φλάουτο, η χρήση των μεταλλόφωνων και η σύνθεση με τη δική τους σημειογραφία ενεργοποίησε τα παιδιά*".

Οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν διαθεματικά στοιχεία για την εφαρμογή των ΣΜ στην τάξη, ανέφεραν ότι ο συνδυασμός μύθων και ΥΣ βελτίωσε την εκμάθηση της Γλώσσας, και τόνισαν τη φυσική σύνδεση Μουσικής και ΥΣ. Εμφανής ήταν επίσης η πολιτισμική ανταπόκριση και η συμπερίληψη, αφού μαθητές/τριες από διαφορετικά υπόβαθρα, π.χ., Ρομά, ή άλλων θρησκειών, συμμετείχαν εξίσου στην εφαρμογή των ΣΜ και τα βρήκαν ενδιαφέροντα.

Ε3: "*Δουλέψαμε πάνω στην αναγνώριση των δομικών στοιχείων των κειμένων*".

Ε4: "*Το βρήκαν αρκετά ενδιαφέρον, καθώς αυτή η διαθεματικότητα στη διδασκαλία τους βοήθησε να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη*".

Ε5: "*Η εκτέλεση και η δημιουργία μουσικής εμπεριέχουν στοιχεία της ΥΣ, οπότε είναι μια φυσιολογική σχέση. Αν την αναδείξουμε, βοηθάει στην εκμάθηση της Μουσικής. Αν τονίζονται τα διεπιστημονικά κοινά στα ΣΜ, τότε εξυπηρετείται το μάθημα*".

Ε1: "*Η επαφή με το διαφορετικό βοήθησε τους μαθητές να διευρύνουν τους ορίζοντές τους και να αποκτήσουν κρίσιμες δεξιότητες. … Μέσω των παραμυθιών γνώρισαν άλλους πολιτισμούς και έμαθαν για την αξία του σεβασμού της διαφορετικότητας*".

Ε6: "*Ίσως θα μπορούσαμε να φέρουμε πληροφορίες από την ομάδα τους, π.χ., μύθους των Ρομά*".

Σύμφωνα με τις δηλώσεις/παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών, ο ενθουσιασμός και η κατανόηση των μαθητών/τριών μεταβλήθηκαν κατά τη διάρκεια ή μετά την εφαρμογή των ΣΜ. Σε μια περίπτωση, ένας μαθητής εγκατέλειψε την προσπάθεια όταν θεώρησε ότι δεν πετύχαινε τους στόχους, ενώ άλλοι βρήκαν τις δραστηριότητες ελκυστικές και μετέβαλαν τη συμπεριφορά τους, σε σχέση με τη συμπεριφορά που παρουσίαζαν προηγουμένως στην τάξη, προς την ομαδική εργασία και τον εποικοδομισμό.

Ε7: "*Ένας μαθητής με δυσλεξία εγκατέλειψε το ΣΜ Pixelart. Ένας άλλος μαθητής που συνήθως δεν εργάζεται σε ομάδες, του άρεσε η πριγκίπισσα που έσωσε τον πρίγκιπα και συμμετείχε ενεργά*".

Ε5: "*Όταν έπρεπε να κατασκευάσουν κάτι μόνοι τους, ενθουσιάστηκαν περισσότερο από το να απαντήσουν γράφοντας στα φύλλα εργασίας*".

Ε7: "*Ενθουσιάστηκαν με την ιδέα του αλγορίθμου, σημαντική ιδέα για την επίλυση προβλημάτων*".

Οι εκπαιδευτικοί τόνισαν το ζήτημα της διαχείρισης του χρόνου και πρότειναν ότι τα ΣΜ θα μπορούσαν να είναι πιο ευέλικτα ως προς τη διάρκεια, παρέχοντας τη δυνατότητα προσαρμογής. Με βάση την προσωπική τους εμπειρία, πρότειναν προσαρμογές όπως ισχυρότερη σύνδεση της ΥΣ με τους μύθους, δυνατότητα επιλογής δραστηριοτήτων, αντικατάσταση γραπτών από προφορικές δραστηριότητες. Πρότειναν επίσης να συμπεριληφθούν περισσότερες πολιτισμικές ομάδες (π.χ., Ρομά, μετανάστες κ.λπ.).

Συνολικά, οι εκπαιδευτικοί επισήμαναν ότι μόνο μακροχρόνιες παρεμβάσεις μπορούν να προσδιορίσουν τον αντίκτυπο αυτής της προσέγγισης στις δεξιότητες ΥΣ και στην πολιτισμική συνείδηση των μαθητών/τριών. Θεώρησαν δύσκολο να αποτιμήσουν ορθώς τις δεξιότητες ΥΣ που μπορεί να έχουν αποκτήσει οι μαθητές/τριες και συμφώνησαν ότι θα πρέπει να συνεχίσουν να τους/τις εμπλέκουν σε τέτοιες δραστηριότητες για να τους/τις βοηθήσουν στην καλλιέργεια της ΥΣ.

Ε2: "... το αποτέλεσμα είναι μακροπρόθεσμα αξιολογήσιμο. Εάν υπάρξει συνέχεια, η ΥΣ θα αναπτυχθεί. Η πολιτισμική ποικιλομορφία απαιτεί συνδυασμό πολλών παραμέτρων για να υπάρξει ουσιαστικό αποτέλεσμα. Τα ΣΜ είναι μια θετική συμβολή, αλλά αυτό που χρειαζόμαστε είναι η συνέχεια στις παρεμβάσεις".

Συζήτηση-Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα

Συνολικά, η αποτίμηση της παρέμβασης καταγράφεται θετική, τόσο για τους/τις εκπαιδευτικούς, όσο και για τους/τις μαθητές/τριες και, απαντώντας στο 1ο ερευνητικό ερώτημα, η προσέγγιση που καθοδήγησε την παρέμβαση μπορεί να θεωρηθεί ελκυστική και αποτελεσματική ως προς την επίτευξη των στόχων της. Οι εκπαιδευτικοί χαρακτήρισαν θετικά το αποτέλεσμα, αναφέροντας όμορφες διδακτικές στιγμές και δημιουργική υλοποίηση των μαθημάτων τους, εμπλοκή και ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών. Οι μαθητές/τριες αναφέρθηκαν επίσης σε όμορφες στιγμές μάθησης, με βάση τις εμπειρίες τους, κατονομάζοντας αγαπημένους ήρωες ή/και δραστηριότητες που τους/τις εντυπωσίασαν, εκφράζοντας τη σύνδεση που ένιωσαν με τους ήρωες και την υψηλή εμπλοκή που βίωσαν μέσα στο πλαίσιο αυτό. Οι εκπαιδευτικοί φάνηκε να ενεργοποιούνται από την προστιθέμενη αξία που προσέδωσε η πολιτισμική ενσωμάτωση στις τάξεις τους (Gay, 2018), ωστόσο δεν σύνδεσαν σε μεγάλο βαθμό τα στοιχεία αυτά με την ΥΣ και μάλλον τα σύνδεσαν σε μέτριο βαθμό με την πολιτισμική ευαισθητοποίηση. Προτάσεις των εκπαιδευτικών για βελτίωση των ΣΜ και επιμορφωτικές ανάγκες καταγράφηκαν για να καθοδηγήσουν μελλοντική έρευνα.

Στοιχεία του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που υποστήριξαν την επιτυχή υλοποίηση της παρέμβασης μπορούν να επισημανθούν, απαντώντας στο 2ο ερευνητικό ερώτημα. Βασικός παράγοντας επιτυχίας ήταν η σύνδεση των δραστηριοτήτων με οικείες καταστάσεις και ήρωες, η οποία αύξησε το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών/τριών. Η ενσωμάτωση πολιτιστικών στοιχείων από άλλες χώρες έκανε τους/τις μαθητές/τριες να αισθανθούν συνδεδεμένα και οικεία, ενισχύοντας επίσης την πολυπολιτισμικότητα και κάνοντας τις έννοιες της ΥΣ πιο εύληπτες (Bocconi et al., 2022· Mannila et al., 2014). Το απτό εκπαιδευτικό υλικό και η αποσυνδεδεμένη μορφή των ΣΜ εξάλειψαν πιθανή ανισότητα λόγω έλλειψης τεχνολογικού εξοπλισμού, αύξησαν την εμπλοκή μαθητών/τριών χωρίς προηγούμενη γνώση χειρισμού συσκευών και προώθησαν την ισότητα (Hu, et al. 2024· Sung et al., 2017). Η διεπιστημονική αλληλεπίδραση μεταξύ ΥΣ και άλλων μαθημάτων (Γλώσσα και Τέχνη) αύξησε το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, παρέχοντας ένα δημιουργικό πλαίσιο για την επίτευξη πολλαπλών μαθησιακών στόχων και της καλλιτεχνικής και πολιτισμικής εκπαίδευσης (Žnidaršič, 2022). Η πολιτισμική ανταπόκριση και η συμπερίληψη διαφορετικών υποβάθρων παρείχαν ένα ασφαλές πλαίσιο ώστε οι μαθητές/τριες να έρθουν σε επαφή και να μάθουν από το διαφορετικό. Έννοιες της ΥΣ όπως αλγόριθμοι, αφαίρεση, αποσύνθεση, αποσφαλμάτωση και επιμονή, καλλιεργήθηκαν μέσω των ΣΜ. Τα στοιχεία αυτά, μαζί με ορισμένες προτάσεις για βελτιώσεις στη διαχείριση του χρόνου, τη μορφή των δραστηριοτήτων (γραπτές/προφορικές/οπτικές), τη συμπερίληψη περισσότερων πολιτισμικών ομάδων (π.χ., μετανάστες, πρόσφυγες, Ρομά κ.λπ.) και τη διάρκεια των παρεμβάσεων (οι εκπαιδευτικοί επισημαίνουν ότι είναι απαραίτητες οι μακροχρόνιες παρεμβάσεις), καθορίζουν την επιτυχία της προτεινόμενης προσέγγισης εκπαιδευτικού σχεδιασμού.

Οι εκπαιδευτικοί φαίνονται γενικά πρόθυμοι να ενσωματώσουν τα στοιχεία της πολυπολιτισμικότητας και της ΥΣ στις καθημερινές εκπαιδευτικές πρακτικές τους, ωστόσο φαίνονται σχετικά ανασφαλείς και ζητούν διαχρονική υποστήριξη (Fessakis & Prantsoudi, 2019). Η συνολική αποτίμηση ήταν γενικά θετική, αναδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα των ΣΜ και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που υλοποιήθηκε. Η αυξημένη εμπλοκή και το ενδιαφέρον για τις δεξιότητες ΥΣ, η επίτευξη των μαθησιακών στόχων Τέχνης και Γλώσσας και η ευαισθητοποίηση στην πολιτισμική ανταπόκριση, ήταν μερικοί από τους στόχους που επιτεύχθηκαν.

Συμπεράσματα-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η πολιτισμικά ευαισθητοποιημένη, αποσυνδεδεμένη ενσωμάτωση της ΥΣ στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να είναι αποτελεσματική και ελκυστική για μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς και ο εκπαιδευτικός αυτός σχεδιασμός μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη για να υποστηρίξει την καλλιέργεια της ΥΣ.

Τα αποτελέσματα θεμελιώνουν το συμπέρασμα ότι η πολιτισμικά ευαισθητοποιημένη, αποσυνδεδεμένη ενσωμάτωση της ΥΣ στα μαθήματα Γλώσσας και Τέχνης αποτελεί μια αποτελεσματική και ελκυστική μέθοδο για την καλλιέργεια δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών/τριών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η προσέγγιση αυτή ενίσχυσε αποτελεσματικά την εμπλοκή, τη σύνδεση και τα κίνητρα μάθησης των μαθητών/τριών και προτείνεται να αξιοποιηθεί περαιτέρω για την προώθηση της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση. Η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί ως προς το μέγεθος του δείγματος μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών, και/ή τον αριθμό των ΣΜ, και/ή τα μαθήματα στα οποία θα ενσωματωθεί η ΥΣ. Προτείνονται επίσης μακροχρόνιες παρεμβάσεις και επικυρωμένα εργαλεία αξιολόγησης της επίδρασης αυτής της προσέγγισης στην καλλιέργεια δεξιοτήτων ΥΣ από μαθητές/τριες και στις μελλοντικές κοινωνικές και επαγγελματικές τους στάσεις.

Στα επιτυχημένα στοιχεία του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που αξιοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη περιλαμβάνονται η ενσωμάτωση της ΥΣ στα σχολικά μαθήματα και η αποσυνδεδεμένη προσέγγιση. Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί στην πράξη για την επίτευξη πολλαπλών μαθησιακών στόχων και τη βέλτιστη αξιοποίηση του διδακτικού χρόνου και των πόρων, εξαλείφοντας παράλληλα τις ανισότητες που απορρέουν από την έλλειψη εξοπλισμού ή προαπαιτούμενων δεξιοτήτων και γνώσεων. Περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε επίσης να διεξαχθεί με την επανεξέταση, τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση σχετικών προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικού υλικού για την αποτελεσματική ενσωμάτωση των δεξιοτήτων ΥΣ και σε άλλα σχολικά μαθήματα, και/ή άλλες σχολικές βαθμίδες, αξιοποιώντας πολιτισμικά στοιχεία και την αποσυνδεδεμένη προσέγγιση.

Η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια σύνθετη, πολυδιάστατη έννοια και η καλλιέργειά της απαιτεί συνεχείς, μακροπρόθεσμες και κατάλληλα σχεδιασμένες παρεμβάσεις. Το παρόν άρθρο φιλοδοξεί να αποτελέσει συμβολή στις προσπάθειες προς την κατεύθυνση αυτή.

Αναφορές

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, *75*, Part B, 661-670. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008

Bell, T. (2021). CS unplugged or coding classes? *Communications of the ACM*, *64*(5), 25-27. https://doi.org/10.1145/3457195

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, 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

Chen, P., Yang, D., Metwally, A.H.S., Lavonen, J. & Wang, X. (2023). Fostering computational thinking through unplugged activities: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of STEM Education, 10*, 47. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00434-7

Computer Science Teachers Association (2023). *Inclusive teaching pedagogies.* Computer Science Teachers Association. https://csteachers.org/inclusive-teaching-pedagogies

Dagienė, V. (2006). Information technology contests - introduction to computer science in an attractive way. *Informatics in Education, 5*(1), 37-46. https://doi.org/10.15388/infedu.2006.03

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum.* ASCD. https://doi.org/10.46245/IJORER.V1I1.11

ECDEAP - European Commission (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age*. https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0624

Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., & Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of computational thinking at the K-12 classroom level curriculum. In *Computational thinking in the STEM disciplines: Foundations and research highlights* (pp. 181-212). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_10

Fessakis, G. & Prantsoudi, S. (2019). Computer Science teachers' perceptions, beliefs and attitudes on Computational Thinking in Greece. *Informatics in Education, 18*(2), 227-258. https://doi.org/10.15388/infedu.2019.11

Fesakis G., Prantsoudi S., Koutsomanoli-Filippaki D., Özçınar, H., Tugba-Ozturk, H., Serbec, I., & Paros D. N. (2022). *Guideline for teaching integrated and culturally responsive computational thinking skills for primary students* (1st ed.). INCTCORPS Project Report. https://sites.google.com/view/inctcorps

Gay, G. (2018). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice*. Teachers College Press.

Hu, W., Huang, R., & Li, Y. (2024). Young children's experience in unplugged activities about Computational Thinking: From an embodied cognition perspective. *Early Childhood Education Journal*, *52*(4), 769-782. https://doi.org/10.1007/s10643-023-01475-x

Jones, C. (2010). Interdisciplinary approach-advantages, disadvantages, and the future benefits of interdisciplinary studies. *Essai, 26*(7), 76-81.

Kavenuke, P. S., & Kihwele, G. E. (2025). Intercultural competence, a necessity in 21st century classrooms: Are teacher educators in Tanzania interculturally competent? *Center for Educational Policy Studies Journal*, *15*(1), 201-224. https://doi.org/10.26529/cepsj.1524

Lee, I., Martin, F., & Apone, K. (2014). Integrating Computational Thinking across the K-8 curriculum. *ACM Inroads*, *5*(4), 64-71. https://doi.org/10.1145/2684721.2684736

Leonard, A. E., Daily, S. B., Jörg, S., & Babu, S. V. (2021). Coding moves: Design and research of teaching computational thinking through dance choreography and virtual interactions. *Journal of Research on Technology in Education, 53*(2), 159-177. https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1760754

Mazzuki, B. D. (2025). Preparing teachers for inclusive education: Pre-service teachers' knowledge, perceptions and experiences of inclusive pedagogy from teaching practice. *Center for Educational Policy Studies Journal, 2025*. https://doi.org/10.26529/cepsj.1807

Neumann, M. D., Dion, L., & Snapp, R. (2021). *Teaching Computational Thinking: An integrative approach for middle and high school learning*. MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11209.001.0001

Portera, A. (2020). Intercultural competence in education to foster European identity. *Journal of Educational Sciences, 40* (2), 14-27. https://doi.org/10.35923/jes.2019.2.02

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, *18*(2), 351-380. https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x

Sung, W., Ahn, J., & Black, J. B. (2017). Introducing computational thinking to young learners: Practicing computational perspectives through embodiment in mathematics education. *Technology Knowledge and Learning*, *22*(3), 443-463. https://doi.org/10.1007/s10758-017-9328-x

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2, The digital competence framework for citizens: with new examples of knowledge, skills and attitudes.* European Commission Joint Research Centre. https://data.europa.eu/doi/10.2760/115376

Webb, M., Davis, N., Bell, T., Katz, Y. J., Reynolds, N., Chambers, D. P., & Sysło, M. M. (2017). Computer science in K-12 school curricula of the 2lst century: Why, what and when? *Education and Information Technologies*, *22*(2), 445-468. https://doi.org/10.1007/s10639-016-9493-x

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(1), 127-147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Will, M., & Najarro, I. (2022). What is culturally responsive teaching. *Education Week*, *41*(33), 16-18.

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking-What and why. *The Link Magazine*, *6*, 20-23. https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Ανάλυση Επιδόσεων των Μαθητών/τριών στα Θέματα του Πρώτου Ελληνικού Διαγωνισμού "Κάστορας-Bebras"

Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης
stapran@rhodes.aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr
Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Στην εργασία αυτή προτείνεται η ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών/τριών που συμμετείχαν στον Διαγωνισμό Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Κάστορας-Bebras GR 2018-2019 με μονάδα ανάλυσης το κάθε θέμα και αξιοποίηση της στατιστικής μεθοδολογίας της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου (Item Response Theory). Οι χιλιάδες απαντήσεις των μαθητών/τριών των κατηγοριών Γ΄-Δ΄ Δημοτικού και Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού σε κάθε θέμα της συγκεκριμένης διοργάνωσης αναλύθηκαν ως προς τον δείκτη δυσκολίας και τον δείκτη διάκρισής τους για να συνδράμουν στον χαρακτηρισμό των θεμάτων ως προς τη δυσκολία τους. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα που μπορούν να καθοδηγήσουν την επιλογή των καταλληλότερων θεμάτων για την αποτελεσματική αξιολόγηση της ικανότητας ΥΣ των μαθητών/τριών. Η μέθοδος αυτή μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία χρήσιμων τεστ αξιολόγησης διαφόρων γνωστικών αντικειμένων συμβάλλοντας στο πεδίο της αξιολόγησης στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: ανάλυση επίδοσης, αξιολόγηση, διαγωνισμός Bebras , Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Για την απόκτηση ψηφιακής ικανότητας (digital competence) απαιτείται κατάλληλη και ισότιμη εκπαίδευση και ανεμπόδιστη πρόσβαση στην παροχή της. Το Σχέδιο Δράσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ψηφιακή Εκπαίδευση (Digital Education Action Plan 2021-2027), (European Commission, 2020) θέτει ως απαραίτητες για "*την απόκτηση βασικής και πρακτικής κατανόησης του ψηφιακού κόσμου στον οποίο ζουν*" τις ψηφιακές δεξιότητες των νέων ανθρώπων. Στο πλαίσιο αυτό, η Πληροφορική εκπαίδευση κατέχει κεντρική θέση στις προτεραιότητες του Πλαισίου Ψηφιακής Ικανότητας (Digital Competence Framework, DigComp 2.2) που έχει θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ως μέσο ενσωμάτωσης της Πληροφορικής στην εκπαίδευση προτείνεται να αξιοποιηθεί η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ), μετά τον διεθνή διάλογο που πυροδότησε η επαναφορά του όρου στο προσκήνιο από την Jeannette Wing (Wing, 2006). Η ΥΣ αποτελεί μια νοοτροπία που θα πρέπει όλοι οι εγγράμματοι πολίτες να αποκτήσουν και αφορά τη χρήση εννοιών και μεθόδων της Πληροφορικής για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Wing, 2011), προτείνεται δε για τη διεπιστημονική ενσωμάτωση της Πληροφορικής στην εκπαίδευση, μέσω της σύνδεσής της και με άλλα γνωστικά αντικείμενα (Bocconi et al., 2022· Fessakis et al., 2018).

Για την ενσωμάτωση της Πληροφορικής στην εκπαίδευση έχουν προταθεί τρία βασικά μοντέλα: α) το τεχνοκεντρικό-η Πληροφορική ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο, β) το ολοκληρωμένο ή ολιστικό-αφορά την ανάπτυξη ψηφιακού εγγραμματισμού (digital literacy), και γ) το πραγματολογικό - εμπλουτισμένη με ΤΠΕ διδασκαλία και μάθηση της Πληροφορικής (Κόμης, 2004· Φεσάκης, 2019). Η Πληροφορική αντιμετωπίζεται σήμερα ως στοιχείο γενικής κουλτούρας αλλά και ως κοινωνικό φαινόμενο και ποικίλες είναι οι πρωτοβουλίες προώθησής της, επίσημες και ανεπίσημες, με οποιοδήποτε από τα παραπάνω μοντέλα. Στην Ελλάδα, εκτός του επίσημου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής (ΙΕΠ, 2022) και της εισαγωγής του διακριτού μαθήματος Πληροφορικής από τις πρώτες τάξεις του

Δημοτικού έως το τέλος της σχολικής εκπαίδευσης, μια σειρά από ανεπίσημες πρωτοβουλίες διοργανώνονται με σκοπό την προώθηση της Πληροφορικής παιδείας και την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση. Κορυφαία πρωτοβουλία αυτού του είδους αποτελεί ο Διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Κάστορας-Bebras (Dagienė, 2006), ο οποίος διοργανώθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα τον Φεβρουάριο του 2019 (https://bebras.gr/) από το Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής (LTEE Lab) (https://ltee.aegean.gr) του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Μετά τα θετικά σχόλια και την αποδοχή της εκπαιδευτικής κοινότητας ακολούθησε και δεύτερη διοργάνωση (Νοέμβριος 2019), προσωρινή διακοπή λίγων ετών, ενώ από το σχολικό έτος 2024-2025 η διοργάνωση πραγματοποιείται ξανά στην Ελλάδα με τον συντονισμό του Ερευνητικού Κέντρου "Αθηνά" (https://www.athenarc.gr/).

Μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις για τη διοργάνωση του διαγωνισμού αποτελεί η επιλογή των θεμάτων. Οι συμμετέχοντες/ουσες μαθητές/τριες διαγωνίζονται σε διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες και τα θέματα επιλέγονται από μια διεθνή βάση δεδομένων που δημιουργείται κάθε χρόνο αποκλειστικά για τον σκοπό αυτό. Στο άρθρο αυτό προτείνουμε μια μέθοδο αξιολόγησης των επιδόσεων των μαθητών/τριών στον Διαγωνισμό μέσω του χαρακτηρισμού της δυσκολίας των θεμάτων, με σκοπό τη συνεισφορά στο πεδίο της διδακτικής της Πληροφορικής μέσω της ανάλυσης των επιδόσεων των μαθητών/τριών στα θέματα του Διαγωνισμού για την αποτελεσματικότερη δημιουργία και επιλογή τους και την αύξηση της ελκυστικότητας της διοργάνωσης.

Ο διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Κάστορας-Bebras και τα θέματα

Ο Διεθνής Μαθητικός Διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Bebras αποτελεί μια πρωτοβουλία προώθησης της Πληροφορικής παιδείας και της ΥΣ στην εκπαίδευση και διοργανώθηκε στην Ελλάδα για πρώτη φορά το 2018-2019 (https://bebras.gr/) από το Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής (LTEE Lab) (https://ltee.aegean.gr) του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Βασίζεται στην ιδέα της Καθηγήτριας Valentina Dagienė, του Πανεπιστημίου Vilnius της Λιθουανίας (Dagienė, 2010) και στοχεύει στην ενίσχυση του έργου των εκπαιδευτικών μέσω της δημιουργίας κινήτρων και της διέγερσης του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών. Η διεθνής κοινότητα Bebras (https://www.bebras.org/), μια ένωση οργανισμών που δραστηριοποιούνται γύρω από την εκπαίδευση στην Πληροφορική, επιβλέπει τη διοργάνωση του Διαγωνισμού σε κάθε χώρα από τον εθνικό διοργανωτή. Τα μέλη της κοινότητας είναι επιφορτισμένα με τη δημιουργία των θεμάτων, τα οποία συγκεντρώνονται σε μια βάση δεδομένων από την οποία αντλεί η κάθε χώρα τα θέματα της εθνικής της διοργάνωσης. Η δημιουργία των θεμάτων αποτελεί μια πολυεπίπεδη διεργασία, η οποία κορυφώνεται στο Διεθνές Εργαστήρι Θεμάτων Bebras (Bebras International Tasks Workshop) που διοργανώνεται κάθε χρόνο αποκλειστικά για τον σκοπό αυτό, σε διαφορετικά σημεία του κόσμου, με τη συμμετοχή εκπροσώπων όλων των διοργανωτριών χωρών (Bebras Board, 2015). Οι συμμετέχοντες στο Εργαστήρι Θεμάτων εργάζονται πάνω στα θέματα που έχουν προταθεί και επιλέγουν τα θέματα που θα αποτελέσουν τη βάση για την διοργάνωση του έτους (Dagienė & Sentance, 2016).

Οι γενικές προδιαγραφές των θεμάτων περιλαμβάνουν τη σύντομη διάρκεια και την εύκολη κατανόηση, τη μικρή έκταση και την επίλυση μέσω υπολογιστή, ενώ το κάθε θέμα θα πρέπει επιπλέον να αντιπροσωπεύει έννοιες της Πληροφορικής, να συνδέεται με τουλάχιστον μια διάσταση της ΥΣ και να είναι ενδιαφέρον και διασκεδαστικό. Κατατάσσονται επίσης σε

κατηγορίες ως προς τον βαθμό δυσκολίας τους (εύκολο, μέτριο, δύσκολο) και θα πρέπει να ικανοποιούν όλα τα ανωτέρω κριτήρια ώστε να γίνουν αποδεκτά από την κοινότητα (Dagienė & Futschek, 2008). Τα θέματα κατηγοριοποιούνται επιπλέον ως προς τις υπολογιστικές έννοιες (Αλγόριθμοι και Προγραμματισμός, Δεδομένα - δομές δεδομένων και αναπαραστάσεις, Διεργασίες και υλικό υπολογιστή, Επικοινωνία και δικτύωση, Αλληλεπίδραση - συστήματα και κοινωνία) (Dagienė et al., 2017) και ως προς τις δεξιότητες ΥΣ που αναπτύσσονται μέσω της επίλυσής του (Αφαίρεση, Αλγοριθμική Σκέψη, Αποσύνθεση, Αξιολόγηση, Γενίκευση), όπως αυτές προτείνονται από το Computing At School (Dagienė et al., 2017· Csizmadia et al. 2015· Selby & Woolard, 2013). Εκτός της διενέργειας του Διαγωνισμού, τα θέματα μπορούν να αξιοποιηθούν και για διάφορους άλλους σκοπούς, όπως για την αξιολόγηση της ικανότητας ΥΣ των μαθητών/τριών και της στάσης τους έναντι της Πληροφορικής (Straw et al., 2017), ή ως δραστηριότητες αφόρμησης σε εκπαιδευτικά σενάρια Πληροφορικής ή/και άλλων μαθημάτων (Calcagni et al., 2017). Τα θέματα παραμένουν ελεύθερα προς χρήση και μετά τη διοργάνωση, ενώ μεταξύ των υποχρεώσεων των διοργανωτών είναι και η ελεύθερη διάθεση των λύσεών τους μετά την ολοκλήρωση του Διαγωνισμού.

Μεθοδολογία και υλοποίηση της έρευνας

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών/τριών που συμμετείχαν στον πρώτο Διαγωνισμό Bebras 2018-2019 ως συμβολή στο πεδίο της ανάλυσης των επιδόσεων μαθητών/τριών. Στόχος ήταν ο προσδιορισμός μιας αποτελεσματικής μεθοδολογίας χαρακτηρισμού των θεμάτων ως προς τον βαθμό δυσκολίας τους ώστε να τροφοδοτηθεί η εμπεριστατωμένη ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών/τριών και η αποτελεσματική δημιουργία τεστ για την αξιολόγηση επιδόσεων στην Πληροφορική και την ΥΣ. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής μπορούν να αξιοποιηθούν και για παρεμφερή τεστ με διαφορετικό κοινό ή/και αντικείμενο.

Στην πρώτη διοργάνωση του Διαγωνισμού στην Ελλάδα, τον Φεβρουάριο-Μάρτιο 2019 (αντιστοιχούσε στο σχολικό έτος 2018-2019) συμμετείχαν συνολικά 13.906 μαθητές/τριες όλων των ηλικιών και τάξεων από Γ΄ Δημοτικού έως και Β΄ Λυκείου. Από το σύνολο αυτό, 3.364 μαθητές/τριες συμμετείχαν στην ηλικιακή κατηγορία 9-10 ετών (Γ΄-Δ΄ Δημοτικού) και 4.495 μαθητές/τριες στην ηλικιακή κατηγορία 11-12 ετών (Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού). Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών αυτών αναλύθηκαν με σκοπό να εντοπιστούν τα θέματα που πιθανώς τους/τις δυσκόλεψαν και να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά των θεμάτων αυτών.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με χρήση της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου (Item Response Theory) στο σύνολο των δεδομένων και στοιχείο (item) ανάλυσης το κάθε θέμα του Διαγωνισμού. Η παρούσα μελέτη περιορίζεται στην παρουσίαση και ανάλυση δυο σημαντικών στατιστικών δεικτών, της Διακριτικότητας και της Δυσκολίας του κάθε θέματος, και αποτελεί μόνο τμήμα της ευρύτερης ερευνητικής προσέγγισης. Εφαρμόστηκε η μέθοδος της Ανάλυσης Στοιχείου (Item Analysis) (Rezigalla, 2022) η οποία αφορά την αξιολόγηση της επίδοσης του συνόλου των συμμετεχόντων σε κάθε ανεξάρτητο στοιχείο - στην περίπτωση που εξετάζεται εδώ, θέμα του Διαγωνισμού. Μέσω της ανάλυσης αυτής μπορεί να αξιολογηθεί η συνεισφορά του κάθε θέματος στο σύνολο του τεστ και να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με τη χρησιμότητά του. Στους σκοπούς διεξαγωγής της ανάλυσης αυτού του είδους εντάσσεται η επιλογή των καταλληλότερων θεμάτων για τη δημιουργία ενός τεστ (ή Διαγωνισμού), ο εντοπισμός δομικών ατελειών των θεμάτων με σκοπό την αναθεώρηση ή απόρριψή τους, και ο εντοπισμός τομέων γνωστικών δυσκολιών του συνόλου των συμμετεχόντων για την τροφοδότηση αντίστοιχων παρεμβάσεων.

Το επίπεδο δυσκολίας ενός θέματος καθορίζεται από τον Δείκτη Δυσκολίας και αφορά το ποσοστό των συμμετεχόντων που απαντούν σωστά στο συγκεκριμένο θέμα-όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός δυσκολίας τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των μαθητών/τριών που απάντησαν σωστά, συνεπώς τόσο ευκολότερο το θέμα. Από τον Δείκτη Δυσκολίας μπορούν να προκύψουν συμπεράσματα που αφορούν την κατανόηση ή την επίδοση στην ύλη που περιλαμβάνεται σε ένα θέμα. Επισημαίνεται η αντίστροφη σχέση της τιμής του δείκτη με την έννοια που αναπαριστά-όσο μεγαλύτερος ο Δείκτης Δυσκολίας, τόσο περισσότερες οι σωστές απαντήσεις, άρα μάλλον τόσο ευκολότερο το θέμα. Για να χαρακτηριστεί ένα θέμα ως Καλό θα πρέπει ο Δείκτης Δυσκολίας του να είναι 50%. Το εύρος τιμών και οι αντίστοιχοι χαρακτηρισμοί για τον Δείκτη Δυσκολίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δείκτης δυσκολίας θεμάτων Κάστορα-Bebras 2018-2019

Εύρος τιμών	Επίπεδο Δυσκολίας
0,20 και μικρότερη	Πολύ Δύσκολο
0,21-0,40	Δύσκολο
0,41-0,60	Μέτριο
0,61-0,80	Εύκολο
0,81 και μεγαλύτερη	Πολύ εύκολο

Ο Δείκτης Διάκρισης (Discrimination Index) ενός θέματος αναπαριστά το ποσοστό των συμμετεχόντων υψηλών επιδόσεων που απάντησαν σωστά στο θέμα αυτό-έτσι αποτιμάται η αποτελεσματικότητα με την οποία το συγκεκριμένο θέμα διακρίνει τους μαθητές που είχαν υψηλή συνολική επίδοση στο τεστ από αυτούς που είχαν χαμηλή συνολική επίδοση. Η Διάκριση των θεμάτων αντιστοιχεί στον βαθμό στον οποίο η επιτυχία σε ένα θέμα αντιστοιχεί σε επιτυχία σε ολόκληρο το τεστ. Με δεδομένο ότι όλα τα θέματα, και καθένα ξεχωριστά, πρόκειται να συνδράμουν στη συνολική βαθμολογία του τεστ, κάθε θέμα με μηδενική ή αρνητική διάκριση θεωρείται ότι υπονομεύει την εγκυρότητα του τεστ. Αντίστοιχα, η θετική διάκριση των θεμάτων είναι γενικά χρήσιμη, εκτός αν είναι τόσο υψηλή ώστε το θέμα απλώς επαναλαμβάνει τις πληροφορίες που παρέχονται από άλλα θέματα. Ο Δείκτης Διάκρισης υπολογίζεται από ομάδες ίσου μεγέθους με την υψηλότερη και χαμηλότερη βαθμολογία στο τεστ (π.χ., το 1/3 με την υψηλότερη συνολική επίδοση και το 1/3 με τη χαμηλότερη συνολική επίδοση). Αφαιρείται ο αριθμός των σωστών απαντήσεων της χαμηλής ομάδας στο θέμα από τον αριθμό των σωστών απαντήσεων της υψηλής ομάδας και η διαφορά αυτή διαιρείται με το μέγεθος της ομάδας. Οι πιθανές τιμές του Δείκτη Διάκρισης έχουν εύρος από -1 έως +1. Χρησιμοποιώντας ως μέγεθος της ομάδας το "27% του δείγματος" του Truman Kelley, οι τιμές 0.4 και άνω θεωρούνται υψηλές και οι μικρότερες από 0.2 χαμηλές (Ebel, 1954). Το εύρος τιμών και οι αντίστοιχοι χαρακτηρισμοί για τον Δείκτη Διάκρισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Δείκτης διάκρισης θεμάτων Κάστορα-Bebras 2019

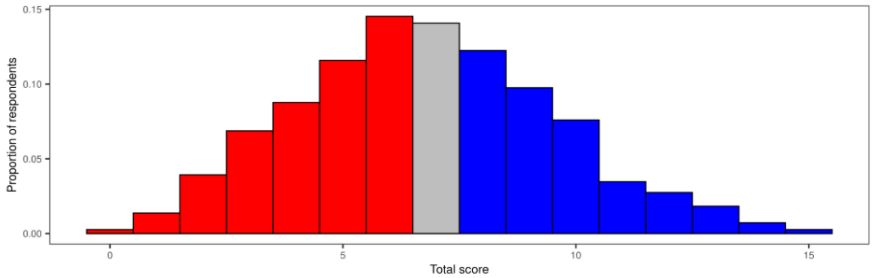
Εύρος τιμών	Επίπεδο Διάκρισης
έως και 0,19	Κακό
0,20-0,39	Επαρκές
0,40 και μεγαλύτερη	Καλό

Αποτελέσματα

Η κατανομή της συνολικής βαθμολογίας για κάθε ηλικιακή ομάδα παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα, ανά ηλικιακή κατηγορία. Ο Πίνακας 3 συνοψίζει τα βασικά χαρακτηριστικά των συνολικών βαθμολογιών για την ηλικιακή κατηγορία Γ΄-Δ΄ Δημοτικού, όπως αριθμός συμμετεχόντων (n), ελάχιστες (*Min*) και μέγιστες τιμές (*Max*), μέσος όρος (*Mean*), διάμεση τιμή (*Median*), τυπική απόκλιση (*SD*), στρέβλωση (*Skewness*) και κύρτωση (Kurtosis). Η στρέβλωση για τις κανονικά κατανεμημένες βαθμολογίες είναι κοντά στην τιμή 0 και η κύρτωση είναι κοντά στην τιμή 6. Από το σύνολο των επιδόσεων σε κάθε ηλικιακή κατηγορία προκύπτει η βάση, αντίστοιχη της στατιστικής έννοιας της διάμεσης τιμής (*Median*), η οποία αντιστοιχεί στην επίδοση πάνω από την οποία πέτυχαν επιδόσεις οι μισοί από τους συμμετέχοντες. Στην ηλικιακή κατηγορία Γ΄-Δ΄ Δημοτικού η βάση της επίδοσης διαμορφώθηκε στο 7 συνεπώς όσοι πέτυχαν ακριβώς τον βαθμό της βάσης αναπαρίστανται με το γκρι τμήμα του ραβδογράμματος (μέσον), όσοι πέτυχαν μεγαλύτερη βαθμολογία με το μπλε τμήμα (δεξιά) του ραβδογράμματος και όσοι πέτυχαν μικρότερη βαθμολογία με το κόκκινο τμήμα (αριστερά) του ραβδογράμματος αντίστοιχα (Σχήμα 1).

Πίνακας 3. Συνοπτικός πίνακας τιμών για την ηλικιακή κατηγορία Γ΄-Δ΄ Δημοτικού

n	n_c	*Min*	*Max*	*Mean*	*Median*	*SD*	*Skewness*	*Kurtosis*
3364	1528	0	15	6,79	7	2,77	0	6

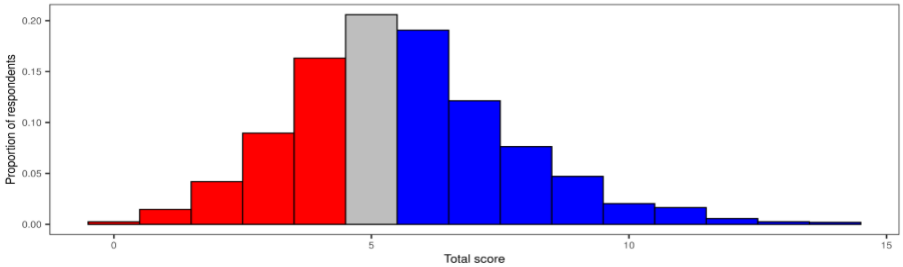


Σχήμα 1. Συνολική βαθμολογία ηλικιακής κατηγορίας Γ΄-Δ΄ Δημοτικού

Για την ηλικιακή κατηγορία Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού, τα βασικά χαρακτηριστικά των συνολικών βαθμολογιών συνοψίζονται στον Πίνακα 4 και στο Σχήμα 2. Στην περίπτωση αυτή η βάση (διάμεση τιμή-Median) της επίδοσης διαμορφώθηκε στο 5 συνεπώς όσοι πέτυχαν ακριβώς τον βαθμό της βάσης αναπαρίστανται με το γκρι τμήμα του ραβδογράμματος, οι επιτυχόντες με το μπλε τμήμα (δεξιά) του ραβδογράμματος και οι αποτυχόντες με το κόκκινο τμήμα (αριστερά) του ραβδογράμματος αντίστοιχα (Σχήμα 2).

Πίνακας 4. Συνοπτικός πίνακας τιμών για την ηλικιακή κατηγορία Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού

n	n_c	*Min*	*Max*	*Mean*	*Median*	*SD*	*Skewness*	*Kurtosis*
4495	1574	0	14	5,59	5	2,16	1	10



Σχήμα 2. Συνολική βαθμολογία ηλικιακής κατηγορίας Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού

Γενικά η κατανομή των επιδόσεων και για τις δυο ηλικιακές κατηγορίες φαίνεται ομαλή και ελαφρώς βελτιωμένη στην κατηγορία Γ΄-Δ΄ Δημοτικού. Φαίνεται πως οι μαθητές/τριες εδώ απέδωσαν σε μεγαλύτερο εύρος βαθμολογιών, γεγονός που αποδεικνύει την κανονικότητα της κατανομής των επιδόσεων. Ακολούθησε η ανάλυση των αποτελεσμάτων ανά θέμα για τον χαρακτηρισμό της δυσκολίας τους.

Η μέθοδος ανάλυσης που αξιοποιήθηκε στη μελέτη αυτή ήταν η Upper-Lower Index Method (Johnson, 1951). Για τα θέματα και τις απαντήσεις στον Διαγωνισμό Κάστορας-Bebras 2019, των κατηγοριών τάξεων Γ΄-Δ΄ Δημοτικού και Ε΄-ΣΤ΄ Δημοτικού προκύπτουν οι τιμές για τους Δείκτες Δυσκολίας και Διάκρισης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Με βάση τις τιμές αυτές μπορεί να χαρακτηριστεί το καθένα από τα θέματα ξεχωριστά, ως προς τον βαθμό αποτελεσματικότητας και συμβολής του στο συνολικό τεστ.

Πίνακας 5. Δυσκολία και Διάκριση θεμάτων Δημοτικού Κάστορα-Bebras 2019

		Δημοτικό Γ'-Δ'		**Δημοτικό Ε'-ΣΤ'**	
		N = 3364		*N* = 4495	
Α/Α	**ΘΕΜΑ**	**ΔΥΣΚΟΛΙΑ**	**ΔΙΑΚΡΙΣΗ**	**ΔΥΣΚΟΛΙΑ**	**ΔΙΑΚΡΙΣΗ**
I01	Ανθόκηπος	Εύκολο 0,61	Καλό 0,51		
I02	Πίτσα	Μέτριο 0,55	Καλό 0,54		
I03	Κρίκοι	Πολύ Δύσκολο 0,12	Επαρκές 0,26		
I04	Βάζο με μέλι	Πολύ Δύσκολο 0,16	Επαρκές 0,33		
I05	Στοίβες με ρούχα	Δύσκολο 0,4	Επαρκές 0,21		
I06	Χρωματιστά τετράγωνα	Μέτριο 0,42	Καλό 0,64		
I07	Σκουπιδο-Ρομπότ	Δύσκολο 0,3	Επαρκές 0,3	Δύσκολο 0,36	Επαρκές 0,38
I08	Λουλούδια	Δύσκολο 0,34	Καλό 0,4	Μέτριο 0,45	Καλό 0,49
I09	Μήνυμα e-mail	Δύσκολο 0,4	Καλό 0,4	Μέτριο 0,49	Επαρκές 0,36
I10	Τρεις φίλοι	Μέτριο 0,42	Επαρκές 0,37	Μέτριο 0,48	Καλό 0,43

		Εύκολο	Επαρκές	Πολύ εύκολο	Κακό
I11	Πολύχρωμα παπαγαλάκια	0,79	0,31	0,9	0,14
		Εύκολο	Καλό	Εύκολο	Επαρκές
I12	Λαβύρινθος με βέλη	0,67	0,51	0,8	0,36
		Πολύ Δύσκολο	Κακό	Πολύ Δύσκολο	Κακό
I13	Χρωματισμός	0,07	0,14	0,09	0,16
		Μέτριο	Καλό	Εύκολο	Καλό
I14	Πάρτυ λεμονάδας	0,41	0,55	0,63	0,44
		Μέτριο	Επαρκές	Μέτριο	Καλό
I15	Φράγμα	0,41	0,39	0,49	0,4
				Πολύ Δύσκολο	Κακό
I16	Καστορο-χωριό			0	0,01
				Πολύ Δύσκολο	Κακό
I17	Μια ώρα - μια εργασία			0,02	0,05
				Δύσκολο	Επαρκές
I18	Ατελείωτο παγωτό			0,21	0,24
				Πολύ Δύσκολο	Κακό
I19	Διόδια			0,07	0,13
				Πολύ Δύσκολο	Επαρκές
I20	Μικρό πρόγραμμα			0,06	0,21
				Πολύ Δύσκολο	Επαρκές
I21	Βόλτα στο πάρκο			0,2	0,24

Το ερώτημα που προκύπτει για τα παραπάνω θέματα και με βάση τις τιμές των δεικτών, είναι ποια από αυτά θα πρέπει να διατηρηθούν, ποια να απορριφθούν και ποια να τροποποιηθούν/αναθεωρηθούν. Για την απάντηση στο ερώτημα αυτό αρκεί να ερμηνευτούν οι τιμές των δεικτών για κάθε θέμα, μαζί με τις λεκτικές περιγραφές που αντιστοιχούν στις τιμές αυτές, όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 6. Με βάση τις τιμές στον καθένα από τους δείκτες και συνδυαστικά, ένα θέμα μπορεί να διατηρηθεί αν χαρακτηρίζεται καλό ως προς τον βαθμό διάκρισης και Εύκολο, Μέτριο ή Δύσκολο ως προς τον βαθμό δυσκολίας, δεδομένης και της απαίτησης για αυτή την κατηγοριοποίηση των θεμάτων από τον κανονισμό του Διαγωνισμού. Τα θέματα που θεωρούνται κακά ως προς τον βαθμό διάκρισης απορρίπτονται ανεξάρτητα από τον βαθμό δυσκολίας τους. Τα θέματα που ανήκουν σε άλλες κατηγορίες συνδυασμού βαθμών διάκρισης και δυσκολίας προτείνεται να τροποποιηθούν για να προκύψουν βελτιωμένα.

Πίνακας 6. Πρόταση χειρισμού θεμάτων βάσει τιμών Δυσκολίας και Διάκρισης

	ΔΥΣΚΟΛΙΑ				
ΔΙΑΚΡΙΣΗ	Πολύ Δύσκολο (<= 0,20)	Δύσκολο (0,21-0,40)	Μέτριο (0,41-0,60)	Εύκολο (0,61-0,80)	Πολύ εύκολο (>= 0,81)
Κακό (<= 0.19)	Απόρριψη	Απόρριψη	Απόρριψη	Απόρριψη	Απόρριψη
Επαρκές (0.20-0.39)	Τροποποίηση	Τροποποίηση	Τροποποίηση	Τροποποίηση	Τροποποίηση
Καλό (>= 0.40)	Τροποποίηση	Διατήρηση	Διατήρηση	Διατήρηση	Τροποποίηση

Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι ο δείκτης διάκρισης δεν αποτελεί πάντα και μέτρο της ποιότητας του θέματος που αφορά. Η τιμή του δείκτη μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτική

σε περιπτώσεις πολύ εύκολων ή πολύ δύσκολων θεμάτων (τα οποία ωστόσο είναι συνήθως απαραίτητα για τους σκοπούς των τεστ), ενώ ένα θέμα μπορεί να λάβει αρκετά χαμηλή τιμή δείκτη διάκρισης αν το τεστ περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές θεματικές και γνωστικές περιοχές.

Για το σύνολο των δεδομένων της συγκεκριμένης έρευνας, με βάση τις τιμές διάκρισης και δυσκολίας των θεμάτων που μελετήθηκαν, προκύπτει η κατανομή που παρουσιάζεται στον Πίνακα 7. Από την κατανομή αυτή μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τον χαρακτηρισμό των θεμάτων του Διαγωνισμού, αλλά και να προκύψουν πολλαπλές ερμηνείες της επίδοσης των μαθητών/τριών όπως αυτή παρουσιάστηκε παραπάνω. Επιπλέον, η ανάλυση αυτή μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο για τους διοργανωτές του Διαγωνισμού για την υποστήριξη του έργου δημιουργίας και επιλογής των θεμάτων.

Πίνακας 7. Κατανομή των θεμάτων με βάση τις τιμές Δυσκολίας και Διάκρισης

	ΔΥΣΚΟΛΙΑ				
ΔΙΑΚΡΙΣΗ	Πολύ Δύσκολο (<= 0,20)	Δύσκολο (0,21-0,40)	Μέτριο (0,41-0,60)	Εύκολο (0,61-0,80)	Πολύ εύκολο (>= 0,81)
			Δημοτικό Γ'-Δ'		
Κακό (<= 0,19)	I13				
Επαρκές (0,20-0,39)	I03, I04	I05, I07	I10, I15	I11	
Καλό (>= 0,40)		I08, I09	I02, I06, I14	I01, I12	
			Δημοτικό Ε'-ΣΤ'		
Κακό (<= 0,19)	I13, I16, I17, I19				I11
Επαρκές (0,20-0,39)	I20, I21	I07, I18	I09	I12	
Καλό (>= 0,40)			I08, I10, I15	I14	

Η ανάλυση του περιεχομένου των θεμάτων και ο προσδιορισμός των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες δεν εμπίπτουν στους σκοπούς της παρούσας μελέτης. Για λόγους πληρότητας, ωστόσο, αναφέρουμε συνοπτικά κάποια χαρακτηριστικά που φάνηκε να καθιστούν ένα θέμα δύσκολο ή εύκολο, για τη συγκεκριμένη διοργάνωση του Διαγωνισμού. Στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές/τριες φάνηκε να δυσκολεύτηκαν σε θέματα που περιλάμβαναν αναζήτηση στον χώρο των λύσεων (χρωματισμός χάρτη) και την επίλυση προβλήματος που ικανοποιεί λογικούς κανόνες (διάγραμμα Gantt). Κάποια θέματα, επίσης, παρουσίασαν διαφορετικό βαθμό δυσκολίας στις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι η ΥΣ μπορεί να καλλιεργηθεί διαχρονικά, μέσω στοχευμένων παρεμβάσεων και αναπτυξιακά κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού (Fessakis et al., 2018). Τέτοιου είδους παρεμβάσεις και ανάλογος προσανατολισμός στα θέματα επόμενων διαγωνισμών μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών/τριών στην ΥΣ. Επίσης, αναλύοντας το περιεχόμενο των θεμάτων μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τις έννοιες, δεξιότητες και πρακτικές της ΥΣ που ενδεχομένως δυσκολεύουν τους/τις μαθητές/ριες κάθε ηλικίας. Χρήσιμα συμπεράσματα από την επίδοση των μαθητών/τριών μπορούν να καθοδηγήσουν τους δημιουργούς θεμάτων του Διαγωνισμού αλλά και εκπαιδευτικού υλικού για την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση.

Συμπεράσματα

Στο άρθρο αυτό προτάθηκε μια μέθοδος ανάλυσης και χαρακτηρισμού των θεμάτων του Διαγωνισμού Πληροφορικής και ΥΣ Κάστορας-Bebras, με βάση τα αποτελέσματα της συμμετοχής στην πρώτη ελληνική διοργάνωσή του, το 2019. Σκοπός της διερεύνησης αυτής ήταν η αξιολόγηση της δυσκολίας των θεμάτων, αξιολόγηση ιδιαίτερης σημασίας, ώστε να αποφεύγονται ατυχείς χαρακτηρισμοί του βαθμού δυσκολίας του Διαγωνισμού, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει, αρνητικά ή και θετικά, την πρόθεση συμμετοχής σε αυτόν μαθητών/τριών αλλά και εκπαιδευτικών (Bellettini et al., 2015). Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες που αφορούν τη δυσκολία και τον βαθμό διάκρισης κάθε θέματος, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό και τη μετέπειτα χρήση τους. Ο χαρακτηρισμός του κάθε θέματος, σε συνδυασμό με την ανάλυση του περιεχομένου του και με την ηλικία των συμμετεχόντων/ουσών, μπορούν να οδηγήσουν στην αποτελεσματικότερη διάγνωση των γνωστικών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες και την υλοποίηση στοχευμένων παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρόταση στο πεδίο της ανάλυσης επιδόσεων των μαθητών/τριών και μπορεί να συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη αξιολόγηση της ικανότητας ΥΣ μέσω της δημιουργίας κατάλληλων τεστ, τόσο σε επίπεδο εθνικών Διαγωνισμών Bebras, όσο και σε επίπεδο τυπικής εκπαίδευσης. Τα ευρήματα της ανάλυσης αυτής προτείνεται να καθοδηγήσουν μελλοντική έρευνα όπου θα προσεγγιστούν συγκριτικά με τα αποτελέσματα άλλων ηλικιακών ομάδων, επόμενων διαγωνισμών ή/και διαγωνισμών άλλων χωρών για την επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου. Συμπεράσματα από την ανάλυση των θεμάτων σχετικά με τον βαθμό δυσκολίας τους μπορούν να λαμβάνονται υπόψιν πριν την βαθμολόγηση των μαθητών/τριών, αλλά και για την καθοδήγηση της μελλοντικής δημιουργίας θεμάτων. Η σύγκριση της αντίληψης των θεματοδοτών σχετικά με τη δυσκολία ενός θέματος με την πραγματική δυσκολία του αποτελεί επίσης ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα διερεύνησης.

Με την μελέτη αυτή οι συγγραφείς φιλοδοξούν να συμβάλλουν στο πεδίο της διδακτικής της Πληροφορικής, προτείνοντας μια μέθοδο ανάλυσης της επίδοσης των μαθητών/τριών στα θέματα του Διαγωνισμού Πληροφορικής και ΥΣ Bebras. Η ανάλυση αυτή μπορεί να τροφοδοτήσει ποιοτικότερες και αποτελεσματικότερες αξιολογήσεις, προάγοντας την καλλιέργεια της ΥΣ μέσω τυπικών και άτυπων μεθόδων διδασκαλίας και μάθησης.

Αναφορές

Bebras Board (2015). *Bebras Community Statutes, RC 3, May 21, 2015*. Bebras. https://www.bebras.org/statutes.pdf

Bellettini, C., Lonati, V., Malchiodi, D., Monga, M., Morpurgo, A., & Torelli, M. (2015). How challenging are Bebras tasks? An IRT analysis based on the performance of italian students. *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '15)* (pp. 27-32). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2729094.2742603

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, 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

Calcagni, A., Lonati, V., Malchiodi, D., Monga, M., & Morpurgo, A. (2017). Promoting Computational Thinking Skills: Would You Use this Bebras Task? In V. Dagienė & A. Hellas (Eds.), *Informatics in schools: Focus on learning programming. ISSEP 2017. Lecture notes in Computer Science* (Vol 10696, pp.115-126). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71483-7_9

Csizmadia, A., Curzon P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking: a guide for teachers*. https://community.computingatschool.org.uk

Dagienė, V. (2006). Information technology contests-introduction to computer science in an attractive way. *Informatics in Education, 5*(1), 37-46. https://doi.org/10.15388/infedu.2006.03

Dagienė, V. (2010). Sustaining informatics education by contests. *Proceedings of ISSEP 2010*, *Lecture notes in Computer Science* (vol. 5941, pp. 1-12). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-11376-5_1

Dagienė, V., Futschek, G. (2008). Bebras international contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for good tasks. In R.T. Mittermeir, & M. M. Sysło (Eds.) *Informatics education - supporting Computational Thinking, ISSEP 2008, Lecture notes in Computer Science* (vol. 5090). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69924-8_2

Dagienė, V., & Sentance, S. (2016). It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum. *Proceedings of ISSEP 2016, Lecture notes in Computer Science* (vol. 9973, pp. 28-39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46747-4_3

Dagienė, V., Sentance, S., & Stupurienė G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica, 28*(1), 23-44. https://doi.org/10.15388/Informatica.2017.119

Dagienė, V., & Stupuriene, G. (2016). Bebras-a sustainable community building model for the concept based learning of Informatics and Computational Thinking. *Informatics in Education, 15*(1), 25-44. https://doi.org/10.15388/infedu.2016.02

Ebel, R. L. (1954). Procedures for the analysis of classroom tests. *Educational and Psychological Measurement*, *14*(2), 352-364. https://doi.org/10.1177/001316445401400215

European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age*. https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0624

Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., & Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of computational thinking at the K-12 classroom level curriculum. In *Computational thinking in the STEM disciplines: Foundations and research highlights* (pp. 181-212). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_10

Johnson, A. P. (1951). Notes on a suggested index of item validity: The U-L Index. *Journal of Educational Psychology, 42*(8), 499-504. https://doi.org/10.1037/h0060855

Rezigalla, A. A. (2022). Item analysis: Concept and application. In M. S. Firstenberg & S. P. Stawicki (Eds.), *Medical education for the 21st century* (pp. 1-16). IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.100138

Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The developing definition* [E-print]. University of Southampton Institutional Repository. https://eprints.soton.ac.uk/356481/

Straw, S., Bamford, S., & Styles, B. (2017). *Randomised controlled trial and process evaluation of code clubs* [Technical report CODE01]. National Foundation for Educational Research. https://www.nfer.ac.uk/publications/CODE01

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking-What and why. *The Link Magazine*, *6*, 20-23. https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (2022). *Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα της Πληροφορικής στις Α΄, Β΄ και Γ΄ τάξεις Γυμνασίου* (2η έκδοση). ΙΕΠ. https://www.iep.edu.gr/

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Φεσάκης, Γ. (2019). *Εισαγωγή στις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση: Από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην ψηφιακή ικανότητα και την Υπολογιστική Σκέψη*. Εκδόσεις Gutenberg.

Ανάπτυξη Εργαλείου Αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT

Εμμανουήλ Πουλάκης[1], Παναγιώτης Πολίτης[2], Πέτρος Ρούσσος[3]
epoulakis@uth.gr, ppol@uth.gr, roussosp@psych.uoa.gr
[1]Γενικό Λύκειο Τζερμιάδων Λασιθίου
[2]Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[3]Τμήμα Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η υπολογιστική σκέψη (ΥΣ) (computational thinking), παρά τις επιμέρους διαφοροποιήσεις των ερευνητών ως προς τον ορισμό της, έχει κερδίσει σταθερά έδαφος στην επιστημονική κοινότητα τα τελευταία 20 χρόνια. Αρκετές χώρες έχουν προχωρήσει ήδη στην ενσωμάτωση της ΥΣ αναμορφώνοντας τα προγράμματα σπουδών τους. Ανιχνεύεται όμως ακόμα σήμερα ένα κενό στην αξιολόγηση της ΥΣ, η οποία αποτελεί πρωταρχικό εργαλείο για την ανάπτυξη αποδοτικών διδακτικών πρακτικών ΥΣ. Βασιζόμενοι στην έρευνα προχωρήσαμε στη σχεδίαση και δημιουργία ενός εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ. Το εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ DACT (https://dact.pre.uth.gr/) αποτελεί μοναδικό εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ μαθητών συγκεκριμένης ηλιακής ομάδας (11-14 ετών), λαμβάνει υπόψη του τις έξι διαστάσεις της ΥΣ (αλγοριθμική σκέψη, αξιολόγηση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αφαίρεση και λογική), δεν συνδέεται με προγραμματιστικό περιβάλλον και μπορεί να χορηγηθεί σε ψηφιακή ή σε έντυπη μορφή. Υπό αυτό το πρίσμα αποτελεί πρωτότυπη συνεισφορά στην επιστημονική κοινότητα.

Λέξεις κλειδιά: εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ, μαθητές 11-14 ετών, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Η ΥΣ ήρθε στο προσκήνιο της επιστημονικής αναζήτησης με ένα άρθρο της Wing (2006), στο οποίο πραγματεύεται την οριζόντια διείσδυση της Επιστήμης των Υπολογιστών σε όλα τα αντικείμενα. Ενώ υπάρχουν αρκετές προτάσεις για διδακτικό υλικό για την ανάπτυξη της ΥΣ, η αξιολόγηση της ΥΣ δεν δείχνει να ακολουθεί με τον ίδιο ρυθμό. Έτσι, διαπιστώνονται θέματα, όπως είναι οι ηλικιακές ομάδες που απευθύνεται η αξιολόγηση, η εξάρτηση από συγκεκριμένα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, η αξιολόγηση κυρίως προγραμματιστικών εννοιών, η μη αυτοματοποιημένη διαδικασία και η υποκειμενικότητα, καθώς και η επικύρωση και ο έλεγχος των προτεινόμενων εργαλείων, ώστε αυτά να είναι έγκυρα (Poulakis & Politis, 2021· Tang et al., 2020· Ukkonen et al., 2024· Πουλάκης & Πολίτης, 2019).

Θεωρητικό πλαίσιο

Εδώ και χρόνια, σε παγκόσμιο επίπεδο, διεξάγεται μεγάλη συζήτηση για την ΥΣ, την οποία αναφέρουν διεξοδικά πολλοί ερευνητές, όπως οι Allan et al. (2010), Barr και Stephenson (2011), Denning (2007), Guzdial (2008), Selby και Woolard (2013), Yadav et al. (2017), Μαυρουδή κ.ά. (2014), ενώ αρκετή συζήτηση γίνεται και στα workshops του National Research Council (2010). Οι Selby και Woolard (2013) αναφέρουν πέντε, κοινές σχεδόν σε όλους τους ορισμούς, έννοιες: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, αξιολόγηση και γενίκευση. Αναφέρονται κι άλλες παρεμφερείς έννοιες όπως η αυτοματοποίηση (Barr & Stephenson, 2011), η οποία συνδέεται με την αλγοριθμική σκέψη (ISTE & CSTA, 2011). Αντίστοιχα, η αναπαράσταση δεδομένων συνδέεται με την αφαίρεση, ενώ η ανάλυση και οργάνωση των δεδομένων γίνεται με λογικό τρόπο, συνδέοντάς τις έννοιες αυτές με τη λογική του CS Unplugged (University of Canterbury, n.d.). Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καθολικά

αποδεκτός ορισμός της ΥΣ, ενώ η ποικιλία ορισμών οδηγεί την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Bocconi et al., 2016· European Commission, 2016), στο να προσδιορίσει ένα σύνολο κοινά εμφανιζόμενων κι αποδεκτών εννοιών για την ΥΣ: αφαίρεση, αλγοριθμική σκέψη, αυτοματοποίηση, αποσύνθεση, αποσφαλμάτωση και γενίκευση. Πρωτοβουλίες με παγκόσμια απήχηση, όπως είναι το CS Unplugged (University of Canterbury, n.d.) ή το Computing At School (CAS) (Computing At School, n.d.) βασίζονται στους Selby και Woollard (2013) και αναφέρουν έξι βασικές διαστάσεις (Bell & Lodi, 2019· Computing At School, 2015· University of Canterbury, n.d.): αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική. Εκτός την προσθήκη της λογικής (Bell & Lodi, 2019), το CAS επίσης αναφέρεται σε επιπλέον σε τεχνικές και προσεγγίσεις (Computing At School, 2015). Το Teaching London Computing (n.d.) ακολουθεί επίσης την προσέγγιση της ΥΣ του CAS, ενώ και ο διαγωνισμός Bebras εναρμονίζεται με τις έννοιες των Selby και Woollard (Dagienė & Sentance, 2016).

Έτσι, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα ακολουθήσουμε την ίδια θεωρητική προσέγγιση, στην οποία η ΥΣ αποτελεί γνωστική διεργασία (cognitive process) ή διεργασία σκέψης (thought process) και περιλαμβάνει τις έξι (6) διαστάσεις: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική. Σύντομα παραδείγματα και ορισμούς των εννοιών δίνουν οι Curzon et al. (2014).

Από τη μελέτη των υφιστάμενων εργαλείων αξιολόγησης της ΥΣ δεν βρήκαμε κάποιο εργαλείο που να αξιολογεί αυτόνομα την ΥΣ λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω διαστάσεις. Οι διαστάσεις της ΥΣ μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες (Bocconi et al., 2022): α) ΥΣ που σχετίζεται με την επίλυση γενικών προβλημάτων και β) ΥΣ που σχετίζεται με τον προγραμματισμό και τον υπολογισμό. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν σχεδόν όλες οι διαστάσεις (εκτός την αλγοριθμική σκέψη) που απαρτίζουν την ΥΣ, όμως τα περισσότερα αυτοματοποιημένα εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ ασχολούνται κυρίως με προγραμματιστικές έννοιες και ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία. Η αξιολόγηση της ΥΣ θα πρέπει να μην βασίζεται μόνο σε προγραμματιστικές έννοιες ή σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, αλλά να γίνει ανεξάρτητη από συγκεκριμένες πλατφόρμες με διαλειτουργικά εργαλεία αξιολόγησης (Poulakis & Politis, 2021). Επίσης, αναφέρθηκε η έλλειψη αναφοράς των εργαλείων αξιολόγησης σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες, αλλά και η έλλειψη τους σε μεγαλύτερες ηλικίες μαθητών, μετά το δημοτικό. Στην πολύ ενδιαφέρουσα έρευνα των Román-González και Pérez-González (2024), η οποία εξετάζει τα γνωστικά στάδια ανάπτυξης σύμφωνα με την θεωρία του Piaget, αναφέρεται ότι για την ΥΣ στο τέλος του δημοτικού με τις πρώτες τάξεις γυμνασίου ξεκινά το στάδιο τυπικών λογικών-αφαιρετικών ενεργειών, όπου με μεθοδικό πλέον τρόπο εμφανίζεται πλήρως η αφαίρεση, οι μεταγνωστικές ικανότητες και η συστηματική επίλυση προβλημάτων μέσω της λογικής. Για την αξιολόγηση, οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν την θεμελίωσή της επίσης σε αυτό το ηλικιακό στάδιο, ενώ την γενίκευση την τοποθετούν σε λίγο μεγαλύτερη ηλικία. Αναφέρονται επίσης σε έναν νέο ορισμό της ΥΣ χρησιμοποιώντας γνωστικές έννοιες, και συγκεκριμένα: α) αποσύνθεση, β) αναγνώριση μοτίβων, γ) αφαίρεση, δ) αλγοριθμικός σχεδιασμός, ε) αυτοματοποίηση, στ) αξιολόγηση και ζ) γενίκευση. Παρατηρούμε ότι υπάρχει κοινός τόπος με την δική μας προσέγγιση, με διαφορά στην αναφορά της λογικής και της αυτοματοποίησης. Στην Ελλάδα έχουν γίνει προσπάθειες για την αξιολόγηση της ΥΣ (Atmatzidou & Demetriadis, 2016· Kanaki & Kalogiannakis, 2019, 2022), αλλά είτε ηλικιακά δεν αφορούν το δείγμα της παρούσας έρευνας, είτε δεν αποτελούν αυτόνομα εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους αυτές, προχωρήσαμε στον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός νέου εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ που: α) θα βασίζεται στις έξι προαναφερθείσες διαστάσεις της ΥΣ, β) θα αποδεσμεύεται από καθαρά προγραμματιστικές

έννοιες, γ) δεν θα βασίζεται σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, δ) θα έχει αφαιρετικό σκηνικό και μορφές (να μην αποσπούν την προσοχή), ε) θα αναπαριστά κίνηση σε δισδιάστατο επίπεδο, και στ) θα απευθύνεται στην ηλικιακή ομάδα 11-14 ετών.

Μέθοδος

Ως βασικός ερευνητικός στόχος της έρευνας τέθηκε η κατασκευή ενός αυτόνομου εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ μαθητών ηλικίας 11-14 ετών και ειδικότερα ο σχεδιασμός νέου εργαλείου βασιζόμενοι στις συγκεκριμένες διαστάσεις ΥΣ και η ανάπτυξη του εργαλείου μέσα από την ερευνητική διαδικασία.

Για την ανάπτυξη του εργαλείου σχεδιάσαμε αρχικά ερωτήματα (tasks) τα οποία αναφέρονται στις βασικές διαστάσεις της ΥΣ. Ο Robinson (2018) αναφέρει ότι για τη μέτρηση ενός χαρακτηριστικού σε μια κλίμακα χρειάζονται τουλάχιστον τρία (3) ερωτήματα, και για ασφάλεια προτείνει τέσσερα (4), ενώ εμείς για μεγαλύτερη αξιοπιστία του εργαλείου στοχεύσαμε στα πέντε (5) ερωτήματα για κάθε διάσταση στο τελικό εργαλείο αξιολόγησης. Ο αριθμός των αρχικών ερωτημάτων προτείνεται να είναι τουλάχιστον διπλάσια από τα τελικά (Boateng et al., 2018) για την κατασκευή μιας κλίμακας, ενώ εμείς για μεγαλύτερη ασφάλεια επιλέξαμε να έχουμε τριπλάσια ερωτήματα από τα επιθυμητά τελικά. Έτσι, ο σχεδιασμός του εργαλείου περιλάμβανε 90 ερωτήματα που αντιστοιχούσαν σε 15 ανά διάσταση.

Μετά τη δημιουργία των ερωτημάτων, τα οποία είναι όλα πρωτότυπα και κατασκευάστηκαν στο πλαίσιο της έρευνας, ακολούθησε αρχικά πιλοτική εφαρμογή τους σε ένα μικρό δείγμα μαθητών για να εντοπίσουμε τυχόν αστοχίες και δυσλειτουργίες του ερευνητικού σχεδιασμού και των ερωτημάτων. Μετά από τις απαιτούμενες διορθώσεις και αντικαταστάσεις ή τροποποιήσεις ερωτήσεων, προέκυψε η τελική τράπεζα των 90 ερωτήσεων η οποία χρησιμοποιήθηκε στην κυρίως έρευνα.

Όπως αναφέρουν οι Boateng et al. (2018) για την κατασκευή μιας κλίμακας χρειάζεται μεγάλο δείγμα, που μπορεί να είναι 10 συμμετέχοντες ανά ερώτημα ή συνολικά 200-300 άτομα για ανάλυση παραγόντων. Στην κυρίως έρευνα έχοντας κατά νου τα τελικά 30 ερωτήματα, από τα 90 αρχικά, καταλήξαμε σε δείγμα περισσότερων από 500 μαθητών.

Η επεξεργασία που ακολουθήσαμε είχε να κάνει με την πρόβλεψη του δείκτη αξιοπιστίας (Cronbach's α) του συνολικού ερωτηματολογίου. Έχοντας τις απαντήσεις όλων των συμμετεχόντων στο SPSS διερευνήσαμε το ερώτημα της αξιοπιστίας (reliability statistics) ζητώντας κάθε φορά να υπολογιστεί η νέα του τιμή αν σβηστεί κάποιο ερώτημα, αφαιρώντας μια ερώτηση κάθε φορά και τρέχοντας ξανά το ίδιο ερώτημα. Ως τελικό σημείο θέσαμε το σημείο στο οποίο μείναμε με τουλάχιστον πέντε ερωτήματα σε κάθε διάσταση ή το σημείο στο οποίο κρίναμε ότι από εκεί και πέρα το σχεδιαζόμενο εργαλείο δεν θα είναι αξιόπιστο.

Σε όλα τα σημεία της έρευνας δόθηκε ιδιαίτερη βάση σε ζητήματα δεοντολογίας, ενημερώθηκαν διεξοδικά οι συμμετέχοντες, ελήφθησαν οι απαιτούμενες άδειες (π.χ. εισόδου σε σχολεία, γονική συναίνεση) και ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην τήρηση της ανωνυμίας όπως και στην ενημέρωση για το ενδεχόμενο πλαίσιο παρουσίασης ή δημοσίευσης των αποτελεσμάτων. Σε όλα τα στάδια υπήρξε ελευθερία στην απόφαση συμμετοχής στην έρευνα, με απώτερο στόχο να επιτύχουμε τη συνειδητή συναίνεση (Cohen et al., 2008).

Σχεδιασμός

Η δεοντολογία της έρευνάς μας απαιτούσε να υπάρξει πλήρης ανωνυμία των συμμετεχόντων, ενώ ταυτόχρονα θα έπρεπε να μπορούμε να συνδέσουμε τα ερευνητικά δεδομένα τα οποία συλλέγονταν σε παραπάνω από μια συναντήσεις. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί και η αντιστοίχιση γινόταν από τον εκπαιδευτικό του τμήματος, ώστε να μην

μπορούν οι ερευνητές να προσωποποιήσουν τα αποτελέσματα. Χρησιμοποιήθηκαν tablets και φόρμες Google για τα ερωτηματολόγια. Η προσέγγιση αυτή είχε πλεονεκτήματα, όπως την αποφυγή λαθών και την διαχείριση του χρόνου.

Κατασκευή ερωτημάτων

Ως βασικός αρχικός ερευνητικός στόχος τέθηκε η κατασκευή 90 ερωτημάτων, αντιστοιχίζοντας 15 ερωτήματα σε κάθε μία από τις βασικές διαστάσεις της ΥΣ, η απεξάρτηση από συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού ώστε να αποφύγουμε την προαπαιτούμενη γνώση προγραμματισμού και η χρήση απλών μορφών και σχεδίων ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του μαθητή από αυτά. Η κατασκευή των ερωτημάτων βασίστηκε στην εμπειρία των ερευνητών από τη μελέτη της βιβλιογραφίας και λόγω του αντικειμένου εργασίας τους, ακολουθώντας τα δύο πρώτα βήματα του πλαισίου των Li et al. (2021).

Για την κατασκευή λήφθηκε υπόψη η υπάρχουσα βιβλιογραφία, ενώ υπάρχουν αναφορές ότι δεν υπάρχει ποτέ μόνη της κάποια διάσταση σε ένα ερώτημα, αλλά συνυπάρχουν αρκετές από αυτές (Computing At School, 2014· Rich et al., 2019· Rowe et al., 2021). Στην κατασκευή των ερωτημάτων χρησιμοποιήσαμε ιδέες και παραλλαγές από τους Rowe et al. (2021), καθώς και τους Li et al. (2021). Αποφασίστηκε επίσης να δημιουργηθεί ένα πρωτότυπο περιβάλλον ,προγραμματισμού,, στο οποίο μέσα θα κινούνται μορφές, και εμπεριέχει βασικά αντικείμενα. Έτσι, σχεδιάσαμε ένα μικρόκοσμο που αποτελείται από: δισδιάστατο λαβύρινθο με διακριτά κι εύκολα μετρήσιμα βήματα, μια αντρική και μια γυναικεία μορφή (αφαιρετικές και οι δύο), μια γλάστρα, έναν κουβά μπογιάς, τέσσερις βασικές εντολές οι οποίες κάνουν τη μορφή να κινηθεί δεξιά, αριστερά, πάνω και κάτω, και προγραμματιστικές δομές που αναπαριστούν την απλή και σύνθετη δομή επιλογής και τη δομή επανάληψης.

Η διαδικασία ακολούθησε συγκεκριμένα στάδια: αρχική καταγραφή ιδεών ανά διάσταση της ΥΣ, σχεδιασμός και συζήτηση μεταξύ των ερευνητών για την κατηγοριοποίηση και την μορφή του κάθε ερωτήματος, κατασκευή των ερωτημάτων-γραφικών που απαιτούνταν, μορφοποίησή τους στο Microsoft Word και κωδικοποίησή τους σε φόρμα Google και επισκόπησή τους από δύο ειδήμονες σχετικά με την διάσταση που ανήκουν. Έτσι, καταλήξαμε σε 90 ερωτήματα χωρισμένα σε έξι κατηγορίες (έξι διακριτά ερωτηματολόγια).

Πιλοτική έρευνα

Στην πιλοτική έρευνα συμμετείχε ένα Γυμνάσιο στην επαρχία με τρία τμήματα και συνολικά 70 συμμετοχές. Από τους 70 μαθητές που συμμετείχαν δεν συμπλήρωσαν όλοι όλα τα ερωτηματολόγια, παρόλες τις προσπάθειες που έγιναν, καθώς δεν έγιναν όλα σε συνεχόμενες ώρες λόγω αναμενόμενης κόπωσης. Έτσι, υπήρξαν απουσίες κάποιων μαθητών, παρόλο που οι ερευνητές επανήλθαν. Στον Πίνακα 1 βλέπουμε τις συμμετοχές. Τελικά, 41 μαθητές συμπλήρωσαν όλα τα ερωτηματολόγια και 23 τα πέντε από τα έξι ερωτηματολόγια.

Πίνακας 1. Συμμετοχές ανά ερωτηματολόγιο

ΑΑ	Ερωτηματολόγιο	Συμμετοχές
1	Algorithmic thinking - ALG	68
2	Evaluation - EVA	65
3	Decomposition - DEC	51
4	Generalization - GEN	69
5	Logic - LOG	69
6	Abstraction - ABS	61
	Σύνολο	**383**

Οι φόρμες Google είχαν ως υποχρεωτικές όλες τις ερωτήσεις τους, διασφαλίζοντάς μας έτσι ότι δεν θα έμεναν αναπάντητα ερωτήματα, όπως συμβαίνει στα εκτυπωμένα ερωτηματολόγια. Για να αποφύγουμε βιαστικές ή τυχαίες απαντήσεις, σε όλα τα ερωτήματα ανεξαιρέτως, υπήρξε μια πέμπτη επιλογή ,ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ,, την οποία προτρέπαμε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν όποτε δεν μπορούσαν να απαντήσουν μια ερώτηση.

Χρησιμοποιήθηκε το φύλλο καταγραφής της πορείας των μαθητών κάθε τμήματος, και στο οποίο σημειώνεται αναλυτικά το σχολείο και το τμήμα, οι ημερομηνίες και οι ώρες που επισκεφτήκαμε το τμήμα, οι κωδικοί των μαθητών, οι απουσίες και το ποιο ερωτηματολόγιο συμπλήρωνε ο κάθε μαθητής. Χρησιμοποιήσαμε ένα φύλλο παρατηρήσεων με ελεύθερη δομή, στο οποίο καταγραφόταν η ημερομηνία, η ώρα και το τμήμα, ώστε αν τυχόν θέλαμε κάποια διευκρίνιση να μπορέσουμε να απευθυνθούμε ξανά στο ίδιο τμήμα μεταγενέστερα.

Για τις συνεντεύξεις με τους μαθητές ακολουθήθηκε το μοντέλο της ημιδομημένης συνέντευξης (Cohen et al., 2008), όπου μέσω κάποιων βασικών ερωτήσεων και ελεύθερης συζήτησης καταγράψαμε βασικές απόψεις των μαθητών σχετικά με τα εύκολα ερωτήματα, τα δύσκολα, τα διασκεδαστικά, αν θα πρότειναν και σε άλλους τη συμμετοχή τους κτλ, λαμβάνοντας υπόψη μας τα πλεονεκτήματα της συνέντευξης ως ερευνητικού εργαλείου (Cohen et al., 2008) και ως εργαλείου αξιολόγησης γνώσης (Welzel & Roth, 1998).

Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε υπολογιστικά φύλλα στο Google Drive και μεταφορτώνονταν άμεσα, ώστε να διασφαλίσουμε σε μέγιστο βαθμό την ακεραιότητα των δεδομένων. Η επεξεργασία έγινε στο Excel, όπου με μια κλείδα αυτόματης διόρθωσης δόθηκε τιμή 1 στη σωστή απάντηση και τιμή 0 στην λανθασμένη ή στο ,ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ,.

Κύρια έρευνα

Για το δείγμα της έρευνας τέθηκε ως στόχος μεγάλος αριθμός μαθητών περίπου στην ηλικία των 12-13 ετών (Α' γυμνασίου). Ακολουθήσαμε την συμπτωματική δειγματοληψία (Cohen et al., 2008), εντάσσοντας στην έρευνα σχολεία τόσο από αστικά κέντρα, όσο και από μικρότερες πόλεις, και μάλιστα από δύο Περιφερειακές Ενότητες. Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 2, ο αρχικός αριθμός συμμετοχών ανήλθε στις 521 και την έρευνα τελικά ολοκλήρωσαν 452 άτομα, (ποσοστό 86,76%). Αυτό οφείλεται στην επιμονή που δείξαμε επιστρέφοντας στα σχολεία, αλλά και στο ότι φάνηκε ενδιαφέρον στα ίδια τα παιδιά και ήθελαν να συμμετέχουν.

Πίνακας 2. Δείγμα κύριας έρευνας

ΑΑ	Σχολείο	Τμήματα	Συμμετοχές	Ολοκλήρωσαν
1	Χ1ο Γυμνάσιο ΠΕ1	8	87	80
2	Χ2ο Γυμνάσιο ΠΕ1	5	127	115
3	Χ3ο Γυμνάσιο ΠΕ1	5	107	91
4	Χ4ο Γυμνάσιο ΠΕ1	7	126	106
5	Χ2ο Γυμνάσιο ΠΕ2	3	67	57
6	Χ3ο Γυμνάσιο ΠΕ2	1	7	3
	Σύνολο	**29**	**521**	**452**

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ο ερευνητικός σχεδιασμός που περιγράφηκε στην πιλοτική έρευνα, με χρήση των τελικών ερωτηματολογίων σε μορφή φόρμας Google, κωδικών και tablets. Συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις ανά μαθητή (κωδικό) από όλα τα ερωτηματολόγια, ελέγχθηκαν τυχόν λάθη, διορθώθηκαν και έγινε η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων. Η επεξεργασία περιελάμβανε την εξαγωγή στατιστικών ανά ερώτημα, ώστε

να φανεί αν είναι πολύ εύκολο ή πολύ δύσκολο, καθώς και την εξαγωγή στατιστικών ανά μαθητή, ώστε να συζητηθεί τυχόν αναξιοπιστία στις απαντήσεις (π.χ. κάποιο ερωτηματολόγιο που έχει 80% απαντήσεις, ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ, θα το κρίνουμε ότι δεν θα πρέπει να συμπεριληφθεί στα αποτελέσματά μας). Διενεργήθηκαν ημιδομημένες σύντομες συνεντεύξεις με τους μαθητές που συμμετείχαν, και μέσω αυτών σημειώθηκαν σημεία που θα πρέπει να εξετάσουμε στα ερωτήματα (τι δυσκόλεψε πολύ, τι ήταν ακατανόητο, τι ήταν διασκεδαστικό κτλ). Η συμμετοχή και 2ου ερευνητή ως παρατηρητή στην έρευνα βοήθησε στην καταγραφή αποριών που γίνονταν στην ολομέλεια της τάξης, δυσλειτουργιών, αλλά και στην κατάθεση της δικής του οπτικής. Στη συνέχεια έγινε στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών που συμπεριελήφθησαν στο τελικό δείγμα, καθώς κάποιες συμμετοχές αφαιρέθηκαν. Η στατιστική επεξεργασία περιελάμβανε την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου και ειδικότερα την εσωτερική εγκυρότητά του (internal validity). Ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: α) Έγινε επαναληπτικά Ανάλυση Αξιοπιστίας (Reliability Analysis) στο συνολικό ερωτηματολόγιο, και σε κάθε βήμα εμφανιζόταν ο δείκτης Cronbach's α με όλα τα ερωτήματα, καθώς η τιμή του αν αφαιρεθεί κάποιο ερώτημα (scale if item deleted), β) σε κάθε επανάληψη αφαιρείτο ένα ερώτημα και ελέγχαμε ξανά το δείκτη, γ) η διαδικασία σταμάταγε: α) όταν φτάναμε στον ελάχιστο αριθμό των πέντε ερωτημάτων ανά διάσταση ή β) αν ο δείκτης πέσει κάτω από το όριο του 0.80, το οποίο θεωρείται ως όριο αποδεκτής εσωτερικής αξιοπιστίας (Bryman, 2008).

Αποτελέσματα

Η πιλοτική έρευνα βοήθησε στο να ελεγχθεί στην πράξη το σχέδιο έρευνας, επιβεβαίωσε ότι ο σχεδιασμός της συλλογής των απαντήσεων ηλεκτρονικά μέσω διαδικτύου είναι εφικτός και δεν παρουσίασε προβλήματα, ενώ υπερτερεί σε ταχύτητα και βοηθά στην αποφυγή λαθών.

Μέσω της πιλοτικής έρευνας προσαρμόστηκαν και διορθώθηκαν ερωτήσεις που δυσκόλεψαν τα παιδιά στην κατανόηση των δεδομένων και των ζητούμενων της ερώτησης. Η οπτικοποίηση των δεδομένων αποδεικνύεται καλή πρακτική, ενώ η χρήση οργανωτικών δομών, όπως πίνακες ή κουκίδες, βοηθά επίσης τον μαθητή να κατανοήσει ευκολότερα. Ο τρόπος σύνταξης των ερωτήσεων επίσης φάνηκε να ασκεί ιδιαίτερο ρόλο στην κατανόησή τους από τον εκάστοτε συμμετέχοντα. Παρατηρήθηκαν επίσης κάποιες λανθασμένες καταχωρήσεις κωδικών, οι οποίες όμως οφείλονταν σε αναγραμματισμούς που έγιναν. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω η έρευνα αυτή κατέληξε στο να προτείνει την τελική τράπεζα των 90 ερωτημάτων, χωρισμένων ανά 15 στα επιμέρους ερωτηματολόγια Αλγοριθμικής Σκέψης, Αξιολόγησης, Αποσύνθεσης, Γενίκευσης και Μοτίβων, Λογικής και Αφαίρεσης.

Στην κύρια έρευνα μετά τη συλλογή, διόρθωση και κωδικοποίηση των δεδομένων, αυτά μεταφέρθηκαν στο SPSS. Αποτελούνται από 92 μεταβλητές, που είναι ο κωδικός, το σχολείο, και τα 90 ερωτήματα στα οποία έχει απαντήσει ο συμμετέχων. Σε έναν πρώτο έλεγχο των δεδομένων μέσω της διερευνητικής ανάλυσης παραγόντων δεν εμφανίστηκαν κάποιες ομάδες ερωτήσεων, κι έτσι το εργαλείο μας είναι μονοπαραγοντικό.

Η ανάλυση που ακολουθήσαμε ξεκίνησε με την αφαίρεση δύο μεταβλητών λόγω μηδενικής διακύμανσης. Στην πρώτη στατιστική ανάλυση έχουμε 88 ερωτήματα και ο δείκτης Cronbach's alpha έχει τιμή 0,933. Ακολουθώντας την πρόταση του "Cronbach's alpha if item deleted", επιλέγουμε να αφαιρεθεί η μεταβλητή εκείνη που μας αφήνει με τον υψηλότερο δείκτη αξιοπιστίας όταν θα αφαιρεθεί. Ο όγκος των πινάκων του SPSS καθιστά αδύνατη την αυτούσια μεταφορά τους στην παρούσα εργασία. Οι δυνατές επιλογές αφαίρεσης ενός ερωτήματος τη φορά ανοίγουν ένα δέντρο επιλογών, και οι διαφορετικές επιλογές αυξάνουν εκθετικά. Οι διαφορετικές εναλλακτικές διαδρομές κατέληξαν μετά από μερικά βήματα στην ίδια κατάσταση, δηλαδή είχαν αφαιρεθεί τα ίδια ερωτήματα αλλά με διαφορετική σειρά. Η

διαδικασία τελείωσε σε 53 βήματα διασφαλίζοντας ότι καμία διάσταση δεν μένει με λιγότερα από πέντε ερωτήματα μέσα στο τελικό ερωτηματολόγιο.

Καταλήγουμε λοιπόν με τον τρόπο που περιεγράφηκε στο τελικό ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται τελικά από 36 ερωτήματα, τα οποία αντιστοιχούνται στις έξι διαστάσεις της ΥΣ: αλγοριθμική σκέψη (8), αξιολόγηση (5), αποσύνθεση (5), γενίκευση και μοτίβα (7), λογική (6), και αφαίρεση (5). Ο δείκτης Cronbach's *a* είναι 0,926, παρουσιάζει δηλαδή πάρα πολύ υψηλή τιμή του δείκτη για την εσωτερική του εγκυρότητα.

Το τελικό ερωτηματολόγιο είναι διαθέσιμο σε μορφή αρχείου κειμένου (.docx), σε μορφή portable (.pdf) για ευκολότερη εκτύπωση αν θέλει κάποιος να το χρησιμοποιήσει σε έντυπη μορφή, ενώ έχει ήδη μορφοποιηθεί κατάλληλα και για χρήση μέσω του διαδικτύου και είναι διαθέσιμο σε μορφή φόρμας Google. Το τελικό ερωτηματολόγιο συνοδεύει και αντίστοιχο πρωτόκολλο χορήγησης, ενώ στην τελική του μορφή θα είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο του έργου σε όλες τις μορφές για χρήση, μετά από την κατάλληλη άδεια των δημιουργών του.

Τέλος, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις μας έδωσαν βελτιωμένες απαντήσεις σε σχέση με την πιλοτική έρευνα. Μέσα από την κωδικοποίηση ανέκυψε ότι τα ερωτήματα που έχουν να κάνουν με κίνηση, μορφές και έχουν εικόνες θεωρούνται πιο εύκολα, αυτά με εικόνες θεωρούνται πιο διασκεδαστικά, ενώ θεωρούνται πιο δύσκολα τα ερωτήματα που έχουν περισσότερο κείμενο και δεν χρησιμοποιούν άλλο μέσο αναπαράστασης της πληροφορίας.

Συμπεράσματα

Στην έρευνά μας, λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη βιβλιογραφία καταλήξαμε στην πρωτότυπη τράπεζα των 90 ερωτημάτων αξιολόγησης της ΥΣ. Η άποψή μας, ότι οι διαστάσεις της ΥΣ συνυπάρχουν σε μεγάλο βαθμό και δεν μπορούν να διαχωριστούν πλήρως, επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία. Το πεδίο του διαχωρισμού των διαστάσεων και της χρονικής εξάρτησής τους (εμφανίζονται πάντα μαζί, κάποιες πριν, κάποιες μετά και με ποιον τρόπο) θεωρούμε ότι θα πρέπει μελλοντικά να αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας.

Τα ερωτήματα που κατασκευάστηκαν αποτέλεσαν τη βάση της πιλοτικής έρευνας, μέσα από την οποία προέκυψε η τελική τράπεζα ερωτήσεων. Από την κύρια έρευνα προέκυψε το τελικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της ΥΣ, το οποίο απαρτίζεται από 36 ερωτήματα. Εμφανίζει πολύ υψηλό δείκτη εσωτερικής εγκυρότητας Cronbach's α, φιλοδοξώντας να καλύψει το κενό που έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Poulakis & Politis, 2021). Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ΥΣ αναφέρεται με το ακρωνύμιο DACT (Development and Assessment of Computational Thinking) και η συνολική δουλειά παρουσιάζεται στον ιστότοπο https://dact.pre.uth.gr/ του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ DACT βασίζεται στις προαναφερθείσες διαστάσεις της ΥΣ: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική και ταυτόχρονα αποδεσμεύεται από καθαρά προγραμματιστικές έννοιες, χωρίς να αγνοεί τις βασικές προγραμματιστικές δομές. Δεν βασίζεται σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον κι έτσι δεν προαπαιτεί γνώση προγραμματισμού ή συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, ενώ σε όσα ερωτήματα χρησιμοποιείται σκηνικό, μορφές και εντολές προγραμματισμού, αυτά δεν προέρχονται από συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον αλλά από τον μικρόκοσμο που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Εκτός από την δυσκολία να πρέπει κάποιος να μάθει ένα προγραμματιστικό περιβάλλον για να αξιολογηθεί μέσα σε αυτό, αποφεύγουμε με τον τρόπο αυτό και την λανθασμένη αξιολόγηση κάποιων μαθητών που μπορεί να είναι ήδη εξοικειωμένοι με το συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, σε σχέση με κάποιους που καλούνται για πρώτη φορά να το χρησιμοποιήσουν. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στο σχεδιασμό των ερωτημάτων, το σκηνικό και οι μορφές είναι σκόπιμα αφαιρετικές ώστε να μην αποσπούν την προσοχή, ενώ η κίνηση σε δισδιάστατο

επίπεδο θεωρείται αρκετή και δεν υπήρξε προσπάθεια να εμπλέξουμε τους μαθητές με τον τρισδιάστατο κόσμο, καθώς μια τέτοια ανάγκη δεν προκύπτει βιβλιογραφικά.

Το εργαλείο αξιολόγησης έχει βασιστεί στην θεωρητική ανάλυση που περιγράψαμε. Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται το εργαλείο CTA-M (Wiebe et al., 2019), το οποίο βασίζεται στο υπάρχον εργαλείο αξιολόγησης CTt και σε επιλεγμένα θέματα του διαγωνισμού Bebras (Blokhuis et al., 2016· Román-González et al., 2018). Αρκετά ερωτήματα ομοιάζουν με αντίστοιχα που σχεδιάσαμε και ανήκουν στο εργαλείο μας. Το 2020, οι Tang et al. (2020) προτείνουν να δημιουργηθούν περισσότερα εργαλεία για μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας και φοιτητές, κάτι το οποίο έρχεται να καλύψει το εργαλείο μας για τις πρώτες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και να δοθεί μεγαλύτερη βάση στην θεωρητική τεκμηρίωση των εργαλείων, αλλά και στο να μπορούν να χορηγούνται ανεξάρτητα από συγκεκριμένα περιβάλλοντα (cross-platform), τα οποία το εργαλείο μας καλύπτει επαρκώς. Νεότερες προτάσεις αναφέρονται σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Li et al., 2021), κάνοντας ακόμα επιτακτικότερη την ανάγκη για αξιολόγηση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ προτάσεις αξιολόγησης συνεχίζουν να βασίζονται κυρίως σε προγραμματιστικές δομές (Grover, 2020). Η Lai (2021) τονίζει το να χρησιμοποιούνται γενικότερες έννοιες κι όχι μόνο βασικές προγραμματιστικές έννοιες στην αξιολόγηση της ΥΣ, κάτι το οποίο ακολουθεί το εργαλείο μας. Το 2022 οι El-Hamamsy et al. (2022) με το εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ cCTt απευθύνονται σε μαθητές μεγαλύτερων τάξεων δημοτικού και χρησιμοποιώντας την προσέγγιση unplugged ξεφεύγουν από τα βασικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Παραμένει όμως το κενό στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το οποίο φιλοδοξεί να καλύψει το εργαλείο μας για τις πρώτες της τάξεις. Εμφανίζονται νέες προσεγγίσεις για αξιολόγηση της ΥΣ σε μικρότερες ηλικίες (Ocampo et al., 2024· Rowe et al., 2021), ενώ νεότερες έρευνες συνεχίζουν να βασίζονται κυρίως στον προγραμματισμό για την αξιολόγηση της ΥΣ (Ghosh et al., 2024). Απόψεις εκπαιδευτικών για την αξιολόγηση της ΥΣ, όπου αναφέρουν ότι είναι ευκολότερο να αξιολογήσουν τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες, ότι θεωρούν όμως ότι η ΥΣ περιλαμβάνει και γενικότερα από τον προγραμματισμό χαρακτηριστικά, τα οποία δεν αξιολογούν επαρκώς τα υπάρχοντα εργαλεία αξιολόγησης, δείχνοντας έτσι ότι συνεχίζει να υπάρχει το ερευνητικό κενό που μας ώθησε στη δημιουργία του εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ (Ukkonen et al., 2024). Επιπλέον, οι Román-González και Pérez-González (2024) αναλύουν τις διαστάσεις της ΥΣ που αναμένεται να αναπτυχθούν στα ηλικιακά γκρουπ, κι έτσι τοποθετούν στα middle schools (συνήθεις ηλικίες 11-14) τη θεμελίωση της λογικής σκέψης (σύμφωνα και με τον Piaget) και τη μεταφορά της σε αφαιρετικά σχήματα, τη χρήση δηλαδή της αφαιρετικής σκέψης, της αξιολόγησης μέσω της επιχειρηματολογίας και διαλογιστικής, ενώ προσεγγίζουν την επίλυση προβλημάτων μέσω τακτικής και μεθοδικότητας, κι όχι απλά βασιζόμενοι σε προσεγγίσεις δοκιμής και σφάλματος (trial-and-error). Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν και την στόχευση του εργαλείου μας στην ηλικιακή αυτή ομάδα.

Σε μελλοντικές έρευνες μπορεί να επαναληφθεί με άλλο αντίστοιχο δείγμα η διαδικασία κατασκευής του ερωτηματολογίου, ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Θα είχε ίσως ενδιαφέρον να γίνει στόχευση όχι στο σύνολο μιας τάξης, αλλά σε επιλεγμένους μαθητές που έχουν αποδεδειγμένο ενδιαφέρον για τα μαθήματα και ενδεχομένως τον προγραμματισμό ή την επίλυση προβλημάτων, ώστε να δούμε τι θα προκύψει από την δική τους συμμετοχή και μόνο, υποθέτοντας ότι δεν θα υπάρχει πουθενά η έννοια της τυχαιότητας των απαντήσεων.

Αναφορές

Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2010). *Computational Thinking for Youth*. ITEST Learning Resource Center.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. In D. Alimisis, G. Granosik, & M. Moro (Eds.), *Proceedings of 4th International Workshop "Teaching Robotics & Teaching with Robotics" & 5th International Conference "Robotics in Education"* (pp. 43-50). TRTWR & RiE.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community. *ACM InRoads, 2*(1), 48-54.

Bell, T., & Lodi, M. (2019). Constructing Computational Thinking without using computers. *Constructivist Foundations, 14*(3), 342-351.

Blokhuis, D., Millican, P., Roffey, C., Schrijvers, E., & Sentance, S. (2016). *UK Bebras Computational Thinking challenge 2016*. University of Oxford.

Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quiñonez, H. R., & Young, S. L. (2018). Best practices for developing and validating scales for health, social, and behavioral research: A primer. *Frontiers in Public Health, 6*, 1-18.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and practice*. https://goo.gl/dmWYfU

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, 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. In A. Inamorato Dos Santos, R. Cachia, N. Giannoutsou, & Y. Punie (Eds.), *Reviewing computational thinking in compulsory education*. Publications Office of the European Union.

Borsa, J.C., Damásio, B.F., & Bandeira, D.R. (2012). Cross-cultural adaptation and validation of psychological instruments: Some considerations. *Paidéia (Ribeirão Preto), 22*(53), 423-432.

Bryman, A. (2008). *Social research methods* (3rd ed.). Oxford University Press.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Μεταίχμιο.

Computing At School (2014). *Computing progression pathways*. Computing At School. https://tinyurl.com/ydwhydzp

Computing At School (2015). *Computational Thinking. A guide for teachers*. Computing At School. https://community.computingatschool.org.uk/files/8550/original.pdf

Computing At School (n.d.). *Computing at school*. Computing At School. https://www.computingatschool.org.uk/

Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. Computing At School. https://goo.gl/28ScgY

Dagienė, V., & Sentance, S. (2016). It's Computational Thinking! Bebras tasks in the curriculum. In A. Brodnik, & F. Tort (Eds.), *ISSEP 2016: Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception* (pp. 28-39). Springer.

Denning, P. J. (2007). Computing is a natural science. *Communications of the ACM, 50*(7), 13-18.

El-Hamamsy, L., Zapata-Caceres, M., Barroso, E.M., Mondada, F., Dehler Zufferey, J., & Bruno, B. (2022). The competent Computational Thinking test: Development and validation of an unplugged Computational Thinking test for upper primary school. *Journal of Educational Computing Research, 60*(7), 1818-1866.

European Commission (2016). *The Computational Thinking study*. European Commission.

Ghosh, A., Malva, L., & Singla, A. (2024). Analyzing-evaluating-creating: Assessing Computational Thinking and problem solving in visual programming domains. In B. Stephenson, J.A. Stone, L. Battestilli, S.A., & Rebelsky, L. Shoop (Eds.), *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1 (SIGCSE 2024)* (pp. 387-393). ACM.

Grover, S. (2020). Designing an assessment for introductory programming concepts in middle school Computer Science. In J. Zhang, & M. Sherriff (Eds.), *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20)* (pp. 678-684). ACM.

Gudzial, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM, 51*(8), 25-27.

ISTE, & CSTA (2011). *Operational definition of Computational Thinking in K-12 education*. ISTE. https://goo.gl/AlSSp

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2019). Assessing computational thinking skills at first stages of schooling. In *ICEEL '19: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and E-Learning* (pp. 135-139). New York: ACM.

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2022). Assessing Algorithmic Thinking skills in relation to gender in early childhood. *Educational Process: International Journal, 11*(2), 44-59.

Lai, R.P.Y. (2021). Beyond programming: A computer-based assessment of Computational Thinking competency. *ACM Transactions on Computing Education (TOC), 22*(2), 1-27.

Li, Y., Xu, S., & Liu, J. (2021). Development and validation of Computational Thinking assessment of chinese elementary school students. *Journal of Pacific Rim Psychology, 15*, 1-22.

National Research Council (2010). *Committee for the Workshops on Computational Thinking: Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. The National Academies Press.

Ocampo, L. M., Corrales-Álvarez, M., Cardona-Torres, S. A., & Zapata-Cáceres, M. (2024). Systematic review of instruments to assess Computational Thinking in early years of schooling. *Education Sciences 2024, 14*(10), 1124.

Poulakis, E., & Politis, P. (2021). Computational Thinking assessment: Literature review. In T. Tsiatsos, S. Demetriadis, V. Dagdilelis, & A. Mikropoulos (Eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Issues* (pp. 111-128). Springer.

Rich, P. J., Egan, G., & Ellsworth, J. (2019). A framework for decomposition in Computational Thinking. In B. Scharlau, R. McDermott, A. Pears, & M. Sabin (Eds.), *ITiCSE '19: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 416-421). ACM.

Robinson, M. A. (2018). Using multi-item psychometric scales for research and practice in human resource management. *Human Resource Management, 57*, 739-750.

Román-González, M., & Pérez-González, J. (2024). Computational Thinking assessment: A developmental approach. In H. Abelson, & S.C. Kong (Eds.), *Computational Thinking curricula in K-12: International implementations* (pp. 121-141). The MIT Press.

Román-González, M., Pérez-González, J.C., Moreno-Leon, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction, 18*, 47-58.

Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Almeda, M., Gasca, S., Edwards, T., Bardar, E., Shute, V., & Ventura, M. (2021). Interactive assessments of CT (IACT): Digital interactive logic puzzles to assess Computational Thinking in grades 3-8. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 5*(2), 28-73.

Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: the developing definition*. University of Southampton (E-prints). https://eprints.soton.ac.uk/356481/

Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education, 148*, 1-22.

Teaching London Computing (n.d.). *Teaching London Computing: A resource hub from CAS London and CS4FN*. Teaching London Computing. https://teachinglondoncomputing.org/

Ukkonen, A., Pajchel, K., & Mifsud. L. (2024). Teachers' understanding of assessing computational thinking. *Computer Science Education*, 1-27.

University of Canterbury (n.d.). *CS Education Research Group: Computer Science unplugged*. University of Canterbury. https://goo.gl/L2ca8

Welzel, M., & Roth, W.M. (1998). Do interviews really assess students' knowledge? *International Journal of Science Education, 20*(1), 25-44.

Wiebe, E., London, J., Aksit, O., Mott, B. W., Boyer, K. E., & Lester, J.C. (2019). Development of a lean Computational Thinking abilities assessment for middle grades students. In E. K. Hawthorne, M. A. Pérez-Quiñones, S. Heckman, & J. Zhang (Eds.), *SIGCSE '19: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 456-461). ACM.

Wing, J. M. (2006), Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Yadav, A., Stephenson, C. & Hong, H. (2017). Computational Thinking for teacher education. *Communications of the ACM, 60*(4), 55-62.

Μαυρουδή, Ε. , Πέτρου, Α. Α., & Φεσάκης, Γ. (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 111-120). ΕΠΤΕ.

Πουλάκης, Ε., & Πολίτης, Π. (2019). Συστήματα αξιολόγησης της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαίδευση: Βιβλιογραφική επισκόπηση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 12*(2), 99-119.

3. Εκπαιδευτική Ρομποτική και Ανάπτυξη Οριζόντιων Δεξιοτήτων

Enhancing Debugging Skills in Robotics Education: Effects of the MuSRA Model

Alexandra Papamargariti, Angeliki Dimitracopoulou
psed17008@aegean.gr, adimitr@aegean.gr
Laboratory of Learning Technology and Educational Engineering, Department of Preschool Education Sciences and Educational Design, University of the Aegean

Abstract

This study explores the use of the Multidimensional Support Model for Robotics Learning Activities (MuSRA) to help novice programmers develop debugging skills. MuSRA combines instructional strategies with digital tools to support metacognition. Central to the model is student-recorded digital data—screenshots, recordings, video captures—collected during robotics tasks. It positions students as reflective "scientists" analyzing their programming processes. The study involved 48 lower secondary school students with minimal programming experience in MuSRA-guided activities. The research examined (a) programming errors and (b) students' ability to correct them. Results showed common novice mistakes and improvements in debugging. Crucially, digital data reflection supported error detection. These findings suggest MuSRA is an effective approach to teaching debugging in educational robotics.

Keywords: debugging, digital tools, educational robotics activities, learning support, programming errors

Introduction

One of the key challenges novice programmers faces is identifying and correcting code errors. Debugging—a core programming process—is a complex cognitive skill. It fosters reflective thinking by prompting learners to evaluate and refine their reasoning (Papert, 1980). Research emphasizes debugging's role in building Computer Science (CS) competencies (McCauley et al., 2008), problem-solving skills (Jonassen, 2000), and computational thinking (Brennan & Resnick, 2012).

Effective debugging requires understanding programming concepts, mental models, and error patterns (Ducassé & Emde, 1989; Fitzgerald et al., 2008; Klahr et al., 1988). However, many novices lack these foundations (Perkins & Martin, 1986), making debugging difficult and frustrating (Alqadi & Maletic, 2017; Murphy et al., 2008).

Although vital, debugging is underemphasized in curricula; novices often rely on trial-and-error, highlighting the need for explicit strategies and support (McCauley et al., 2008; O'Dell, 2017). While instructors resolve errors quickly, learners need explicit strategies and support to develop independent debugging skills. The MuSRA, presented briefly in the present paper, addresses a gap in the field by offering a scalable and adaptable instructional model that supports structured yet flexible debugging for diverse learner needs. Its dual-layered design integrates predefined strategies and tools with customizable activity sheets, allowing teacher adaptation and student autonomy. This balance of structure and flexibility makes MuSRA suitable for various educational robotics contexts and responsive to different classroom dynamics.

Instructional Approaches and ER for Developing Debugging Skills

Recent studies have explored pedagogical interventions to improve debugging for novices. Chiu and Huang (2015) used game-based programs with embedded bugs and scaffolded worksheets to develop debugging strategies. DeLiema et al. (2019) showed that educator-led discussions at failure points enhance learning. Fields et al. (2021) had students create buggy projects, boosting motivation and error-recognition.

Educational robotics (ER) has emerged as a promising context for programming instruction, particularly in block-based platforms like Scratch and LEGO Mindstorms. The iterative, trial-and-error nature of robotics tasks naturally integrates debugging, providing an ideal environment for novices (Eguchi & Uribe, 2017; Scaradozzi et al., 2019). However, the effectiveness of ER in enhancing debugging skills remains inconclusive. Research has shown that overly structured or pre-designed robotics activities can limit learners' engagement with debugging, reducing them to passive participants and hindering the development of critical thinking and problem-solving skills (Xia & Zhong, 2018).

Few ER frameworks offer adaptable support for diverse learner needs. For instance, Eguchi and Uribe (2017) designed a learner-centered ER unit with 10 science-integrated robotics tasks, using checklists, journals, and peer support to foster debugging. Atmatzidou and Dimitriadis (2017) proposed the CPG+ model, emphasizing problem-solving and collaboration through 12 structured activities; guided instruction was linked to improved student performance (Atmatzidou et al., 2018). Chevalier et al. (2020, 2022) introduced the CCPS model, promoting recursive debugging via iterative design and delayed feedback. Socratous and Ioannou (2021) found that structured ER tasks enhanced debugging, while unstructured ones boosted engagement.

Despite the progress made with various educational robotics frameworks, a gap remains in providing scalable, adaptable instructional models that integrate robust debugging support in ER environments. The field continues to explore ways to balance structure and flexibility to better address the diverse learning needs of students, ultimately improving debugging performance and fostering deeper engagement in programming tasks (Blancas et al., 2020; Daniela, 2019).

The present study

To address existing gaps, this study introduces the Multidimensional Support Model for Robotics Learning Activities (MuSRA), a structured framework designed to enhance students' programming and debugging skills in educational robotics (ER) contexts. MuSRA integrates targeted instructional strategies with digital tools to foster the development of these skills. A central element of the model is the use of "student-recorded digital data" (e.g., screenshots, screen recordings, and video captures) to guide students throughout the programming process. Recent research findings revealed positive students' perceptions of the implementation of MuSRA, in terms of suitability of learning activities, effectiveness and user-friendliness of incorporated digital activity sheets, while their dual-modality approach—offering both written and oral response options—enhance inclusivity, accommodating diverse learning needs (Papamargariti & Dimitracopoulou, 2025).

This study examines MuSRA's effectiveness in a real-world educational robotics setting by analyzing error types, correction strategies and the overall improvement in their debugging performance. By embedding reflective practices and strategic debugging support into robotics activities, this research aims to advance programming education, providing new insights into

effective approaches for teaching debugging to novice learners in interactive, hands-on learning environments.

Multidimensional Support Model for Robotics Learning Activities [MuSRA]

The MuSRA model is an instructional framework designed to enhance ER learning by combining structured pedagogical strategies with integrated digital tools. It offers teachers the capacity to adapt supports to various scenarios while ensuring consistent outcomes. Teachers can tailor the digital activity sheets to curriculum goals, student profiles, and instructional styles, while students retain agency through multimodal input tools and differentiated guidance. This balance of structure and autonomy makes MuSRA scalable across varied ER settings. MuSRA is built around four key components: (I) the actors (students and teacher), (II) the robotics learning activities, (III) the technological and digital tools, and (IV) the MuSRA digital activity sheets, along with their integrated strategies and internal digital learning support tools.

Actors: In MuSRA, students act as scientists, documenting their learning through screenshots, robot execution videos, and experiment recordings. This fosters metacognitive and problem-solving skills, autonomy, and technological fluency. Digital activity sheets support diverse learning styles through three response modes: text typing, voice typing, and audio recording, accommodating diverse learning needs. MuSRA also supports teachers by reducing workload and improving classroom orchestration (Dillenbourg, 2013). It enables real-time monitoring of student progress, helps manage instructional time, and identifies key intervention moments for discussions or feedback.

Robotics Learning Activities: Based on Komis et al. (2017), MuSRA's robotics learning activities are student-centered, co-creative, and grounded in real-world problems. Two activity types are used: Robotics Tasks and a Final Challenge. Robotics Tasks follow Pólya's (1945) four-phase model to progressively develop problem-solving skills.

Technological and Digital Tools: MuSRA combines two student workspaces: (1) The Robotics Environment (RE) with a robotics kit (e.g., LEGO EV3 or Spike Prime) and a programming tablet, and (2) The Digital Activity Sheet Environment (DASE), featuring a second tablet with the Digital Activity Sheet Platform (DASP) and apps like camera, audio recorder, and notepad. This setup enables students to integrate multimodal inputs—screenshots, videos, reflections. The teacher's workspace includes a centralized DASP to organize submissions and monitor progress.

MuSRA Digital Activity sheets: The MuSRA model centers on Digital Robotics Activity Sheets (mRASs), which guide students' learning across five key dimensions: (1) Phase-Based Guidance: mRASs follow Pólya's four problem-solving phases and add a fifth "Discussion" phase to encourage reflection and iterative improvement. (2) Tools Management: Students receive clear instructions for using tools (e.g., screenshots, videos, note-taking) to smoothly transition between tasks and manage resources effectively. (3) Collaboration Support: Role-based teamwork enhances cooperation. Roles rotation include: analyst (manages DASE and records responses), programmer (builds and runs code), and debugger (detects errors and tracks progress). (4) Cognitive Support: Acting as scientists, students collect and analyze their own digital data (e.g., program screenshots, video recordings) to support observation and self-regulated learning. (5) Metacognitive Support: Three embedded strategies promote reflection and self-regulation: (a) Self-Explanation: Students clarify their thinking and use visuals like flowcharts. (b) Debugging via Digital Record Analysis: Students analyze uploaded code screenshots and videos to improve solutions. (c) Metacognition Monitoring: Students reflect on their performance, challenges, and learning strategies at the end of tasks.

To enhance learning and reflection, MuSRA integrates three Digital Internal Tools (DiTs) within the mRASs: (1) Recordings Tool: lets students upload screenshots and videos to track and refine work. (2) Verbal Expression Tool: offers text, voice typing, or audio responses, promoting accessibility. (3) Keep the Important Tool: compiles a multimedia notebook with key insights, visuals, and audio notes, fostering reflection and knowledge consolidation.

Figure 1 illustrates how each DiT maps onto specific phases of the problem-solving model, supporting cognitive and metacognitive engagement throughout the activity. MuSRA is most effectively applied in lower secondary educational settings where students are beginning to learn programming within structured, classroom-based robotics activities. Its integration of digital supports and multimodal data collection is particularly suited to block-based programming platforms (e.g., Scratch, LEGO EV3), where learners benefit from guided debugging strategies. MuSRA is also well aligned with curricula emphasizing collaborative problem solving, self-regulation, and inquiry-based STEM learning, making it a robust framework for formal education environments with access to basic robotics kits and tablet-based digital tools.

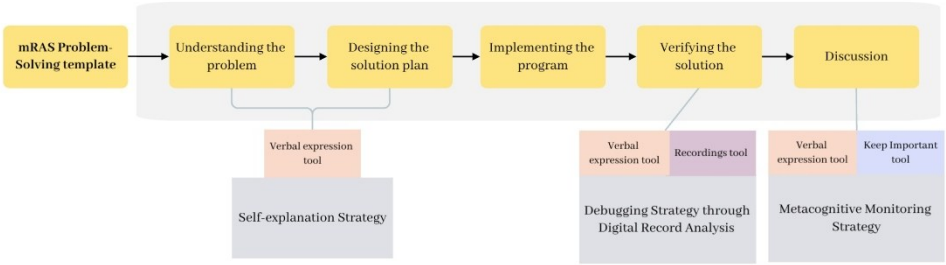


Figure 1. MuSRA Strategies & Digital Internal Tools (DiTs)

Methodology

This study aims to evaluate the effectiveness of the MuSRA model in supporting novice programmers in developing effective debugging skills, during robotics programming activities. To achieve this goal, it examines the impact of MuSRA on students' debugging performance, focusing on the types and frequency of programming errors, as well as students' ability to identify and resolve these errors over time. To address the research objectives, the study is guided by the following research questions (RQ):

1. What types and how often did programming errors occur during robotics activities?
2. What is the impact of the MuSRA model on students' programming errors over time?
3. How did students perceive the use of self-recorded digital data for debugging?
4. What is the impact of the MuSRA model on students' overall debugging performance?

Regarding participants, the study involved 48 lower secondary school students, evenly split by gender (24 girls and 24 boys). They were organized into four robotics club groups, each consisting of 12 students and utilizing either Lego Mindstorms EV3 or Lego Spike Prime kits. Within each group, students worked in teams of three and rotated through the roles of analyst, programmer, and debugger during the activities. Prior to participation, students completed a background questionnaire ensuring diversity in gender, grade, and experience. Most participants were beginners, with 44 students reporting minimal or no prior programming experience, and 68.8% (33 students) indicating they had never used a robotics kit before.

A mixed-methods approach (combining quantitative data with qualitative insights) was employed to analyze the frequency and nature of programming errors, as well as students' debugging performance within the MuSRA implementation. The research tools include: (i) Debugging Test: Conducted at two points (mid-debugging and post-debugging tests), this assessment evaluated students' ability to identify and correct errors in predefined tasks. Each test was scored on error identification (5 points) and proposed solutions (5 points), for a total of 10 points per item. Cronbach's alpha (0.887) indicated strong internal consistency. (ii) Survey Feedback Questionnaire: Administered after the final challenge, this survey captured students' perceptions of the MuSRA model and the role of self-recorded digital data in supporting debugging strategies, focusing on error identification, resolution, and understanding. (iii) Focus Group Interviews: Semi-structured interviews (50-60 minutes) conducted one week after the intervention provided students with the opportunity to reflect on their debugging and problem-solving development. Content analysis of transcriptions identified key themes. (iv) Observation: Structured classroom observations recorded real-time error identification, correction attempts, and debugging strategies.

The research procedure, illustrated in Figure 2, involved a nine-week intervention during which each robotics club class took part in nine three-hour sessions (Papamargariti & Dimitracopoulou, in press).

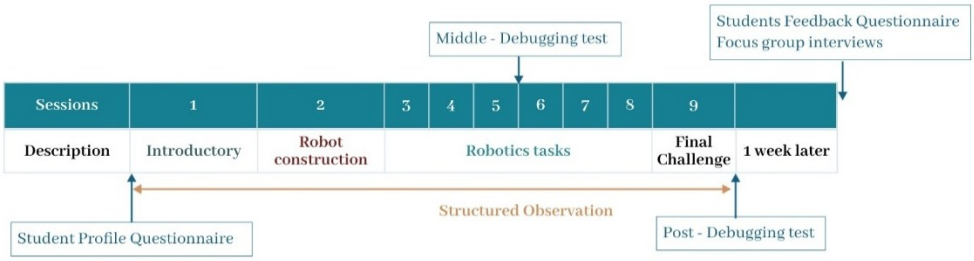


Figure 2. Research Procedure

The intervention began with an introductory session in which students were introduced to robotics kits and programming environments. In the following construction session, students worked in groups to build robot vehicles. They then progressed through six robotics problem-solving tasks of increasing complexity. After session 5, students completed a mid-debugging test. Upon finishing all tasks, they took the post-test for debugging. The final challenge session required students to solve a complex robotics problem according to specific evaluation criteria. One week later, students completed a feedback survey and semi-structured interviews (Figure 2).

Research results

Types and frequency of programming errors

To address RQ1, quantitative data were gathered across all sessions. Researchers categorized student programming errors into seven types using completed activity sheets and structured observation logs. These data sources captured code iterations, debugging attempts, and real-time behaviors, enabling thorough analysis of error frequency and patterns throughout the intervention.

As shown in Table 1, the most frequent error (22.44%) was assigning incorrect values to block variables, such as improper distances or speeds, which often led to unexpected robot behavior. The second most common error (16.67%) involved omitting essential programming blocks—like loops or control structures—resulting in incomplete or non-functional programs. Variable confusion (14.74%), such as mixing motor power with distance, was also prevalent. Incorrect port assignments (14.10%) highlighted difficulties in hardware-software integration. Errors in conditional logic and sequencing (both 12.82%) reflected challenges in understanding logical flow. Finally, non-programming issues (6.41%), including improper robot placement or assembly mistakes, pointed to limited awareness of the physical programming context.

The findings highlight persistent challenges in variable management, logical sequencing, and hardware integration, emphasizing the need for instructional approaches that support iterative testing, reflective practice, and systematic debugging. The identified error types align with prior research. Three common errors in this study—defining values in block variables, selecting block sequences, and setting conditions—were also found in non-robotic, non-block-based programming studies (Chiu & Huang, 2015; Liu et al., 2017). Kim et al. (2018) reported similar challenges in variable assignment and block arrangement among novice robotics learners. Similarly, Socratous and Ioannou (2020; 2021) observed recurring issues with variable configuration, sequencing, and logic, highlighting persistent difficulties in block-based programming across educational contexts.

Table 1. Types and frequency of programming errors observed during robotics tasks

Error Type	Description	Fr/ncy	Fr/ncy %	Supported by Prior Studies
Error in defining a value to a block's variable	Not accurate or wrong calculation of the value of a variable	35	22.44%	Kim et al., 2018; Socratous & Ioannou, 2021; Chiu & Huang, 2015; Liu et al., 2017
Error selecting the appropriate variable in a block	Choosing the wrong variable within the same block	23	14.74%	Kim et al., 2018; Socratous & Ioannou, 2020
Error selecting the correct block or the correct sequence of blocks	Use of an inappropriate block	20	12.82%	Socratous & Ioannou, 2021; Chiu & Huang, 2015; Liu et al., 2017
Error in matching a motor or a sensor to the correct port	Motors connected to the wrong ports	22	14.10%	Kim et al., 2018; Socratous & Ioannou, 2020
Error in defining conditions	Difficulty understanding conditional logic	20	12.82%	Kim et al., 2018; Socratous & Ioannou, 2021; Chiu & Huang, 2015; Liu et al., 2017
Error recognizing external factors as the cause of the program's failure	Failure to recognize a program without errors	10	6.41%	—
Error due to a missing block	Missing essential blocks	26	16.67%	Kim et al., 2018; Socratous & Ioannou, 2020

Impact of the MuSRA model on programming errors

To address RQ2, a sequential analysis of errors across seven tasks was conducted at the team level using activity sheets (tracking trials and debugging reflections) and structured observation sheets (capturing real-time mistakes). As summarized in Table 2, a decline in

errors suggests the MuSRA model's potential effectiveness in supporting learning and progressive error correction.

Table 2. Number of programming errors across robotics tasks

Challenge	Robotic Task	Number of Errors	Number of Errors %
1	Labyrinth	32	20,51%
2	Follow the colors	28	17,95%
3	Make the right choice and avoid the wall	26	16,67%
4	Move a Lego block	23	14,74%
5	Move a box to the storage position	20	12,82%
6	Move two boxes to the collection areas	16	10,26%
7	Final Challenge	11	7,05%

In the initial tasks—Labyrinth (32 errors; 20.51%) and Follow the Colors (28 errors; 17.95%)—error frequencies were highest, reflecting students' early exposure to robotics, limited programming knowledge, and difficulty understanding task requirements. As students progressed, a decline in errors was observed. In intermediate tasks such as Make the Right Choice and Avoid the Wall (26 errors; 16.67%), Move the Cube (23 errors; 14.74%), and Move the Box to the Storage Position (20 errors; 12.82%), students showed improvement to apply learned concepts. This trend continued in advanced tasks—Move Two Boxes to the Collection Areas (16 errors; 10.26%) and the Final Challenge (11 errors; 7.05%)—indicating sustained learning gains. The steady reduction in errors suggests the MuSRA model effectively promotes skill acquisition, enhances debugging, and supports improved performance in increasingly complex robotics programming challenges.

Students' perceptions of the use of self-recorded digital data

To address RQ3, data were collected from a Survey Feedback Questionnaire and semi-structured focus group interviews after the final challenge. The survey focused on students' perceptions of the MuSRA model and the role of student-recorded digital data in debugging. Table 3 shows that 83% of students agreed that recording and reviewing data helped them recognize errors more effectively, enhancing reflection and awareness. Additionally, 79% felt that reviewing data improved their error-solving ability, suggests self-recording aided troubleshooting.

Table 3. Perceived effectiveness of student-recorded digital data

Category	Disagree (%)	Neutral Opinion (%)	Agree (%)
Error Recognition	4%	13%	83%
Error-Solving Ability	0%	21%	79%
Problem-Solving Strategies	3%	19%	78%
Debugging Strategies	3%	20%	77%

Additionally, 78% of students reported that digital data helped develop their problem-solving strategies, suggesting reflection refined their approach to complex tasks. Furthermore, 77% felt it improved their debugging skills, indicating its role in fostering strategic problem-solving. Qualitative data from focus group interviews highlighted the benefits of recording the debugging process. One student shared, "When I had to correct a programming error, recording my efforts helped me see my mistakes and fix them." Overall,

both survey and interview findings underscore the significant impact of student-recorded digital data on debugging, self-regulated learning, and programming proficiency.

Students' debugging performance

To address RQ4, a comparison of students' results on the Mid-Debugging Test and Post-Debugging Test revealed significant improvements in debugging skills. Statistical analysis using a paired samples t-test (Table 4) showed an increase in average scores from 65.00 (*SD* = 20.82) on the mid-test to 76.91 (*SD* = 16.89) on the post-test, with a mean improvement of 11.92 points, $t(47) = -7.83$, p = 0.00. Specifically, students improved in error identification, with scores rising from 67.97 to 79.99, $t(47) = -6.55$, $p = 0.00$, and in suggesting corrections, from 62.64 to 75.33, $t(47) = -7.12$, $p = 0.00$. These findings suggest that the MuSRA model effectively enhanced students' debugging abilities, particularly in error detection. The greater improvement in identification over correction emphasizes the ongoing challenge students face in implementing fixes.

Table 4. Debugging Performance

	Mid-Test		Post-Test		Paired Differences	*t*	Paired Samples *t*-Test
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*	*Mean*		
Debugging Test Scores	65.00	20.82	76.91	16.89	-11.92	-7.83	0.00*
Found the Error	67.97	21.18	79.99	15.18	-12.02	-6.55	0.00*
Proposed a Solution	62.64	21.70	75.33	16.22	-12.69	-7.12	0.00*

Note. *$p < 0.05$

Discussion

The study provides strong evidence for the effectiveness of the MuSRA model in overcoming common programming challenges in robotics. By analyzing errors, student perceptions, and debugging performance, it offers key insights that both align with and extend existing research on supporting novice learners in robotics-based activities.

Regarding RQ1 (Types and frequency of programming errors), the most common errors included incorrect variable values, missing blocks, and incorrect block or port selections. Sequencing errors and misuse of conditional logic revealed struggles with logical flow and decision-making. These findings align with prior research, such as Kim et al. (2018), who observed similar issues in variable definition and block placement in novice robotics learners. Socratous and Ioannou (2020; 2021) also identified similar challenges in variable configuration and sequencing, highlighting the persistence of these issues.

Regarding RQ2 (Impact on Programming Error Reduction), data showed a consistent decline in errors across tasks, indicating that the MuSRA model effectively supported learning. As students advanced, their programming and debugging skills improved, highlighting scaffolding and the value of iterative learning and reflection.

Regarding RQ3 (Perceived Effectiveness of Student-Recorded Digital Data), survey results showed that 83% of students believed that recording and reviewing digital data improved error recognition, problem-solving, and debugging strategies. This finding aligns with Atmatzidou and Dimitriadis (2017), who emphasized the role of tracking progress in fostering a deeper understanding of computational concepts. The reflective process, enabled by student-recorded digital data, helped students reflect and self-regulate and foster autonomy in problem-solving.

Regarding RQ4 (Students' Debugging Performance), the MuSRA model led to significant improvements in students' debugging skills, particularly in error identification and corrective actions. This aligns with Chevalier et al. (2020), who found that structured interventions in educational robotics enhance troubleshooting skills. However, while error detection improved, correcting errors showed less progress, supporting Fitzgerald et al. (2008), who highlighted the greater difficulty novices face in implementing solutions.

Conclusion

Overall, the MuSRA model effectively supported novice learners in developing programming and debugging skills, addressing issues like variable misconfiguration, sequencing errors, and logic misuse. Through digital self-recording, it promoted engagement that improved performance. The findings highlight the value of scaffolded, reflective learning in educational robotics.

This study contributes to programming education by evaluating MuSRA—a model that integrates iterative learning and self-recorded data to address debugging challenges. It offers insights into common novice errors, aligns with existing research, and emphasizes the need for structured support. The benefits of student-recorded data underscore reflection's role in building autonomy and metacognitive awareness.

While this study offers insights into effectiveness of the MuSRA model, it is limited by the use of a small, context-specific sample, which may restrict the generalizability of the findings. Additionally, the research focused on short-term outcomes. Future research could explore how MuSRA supports students with different learner profiles or educational levels to identify practices for tailoring the model across diverse contexts.

References

Alqadi, B. S., & Maletic, J. I. (2017, March). An empirical study of debugging patterns among novices programmers. *Proceedings of the ACM SIGCSE technical symposium on computer science education* (pp. 15-20). ACM.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2017). A didactical model for educational robotics activities: A study on improving skills through strong or minimal guidance. In D. Alimisis, M. Moro, & E. Menegatti (Eds.), *Proceedings of the Educational Robotics in the Makers Era. Edurobotics 2016 Conference* (pp. 58-72). Springer.

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*, 70-85.

Blancas, M., Valero, C., Mura, A., Vouloutsi, V., & Verschure, P. F. (2020). "CREA": An inquiry-based methodology to teach robotics to children. In M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, & D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education: Current research and innovations 10* (45-51). Springer.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 AERA Annual meeting* (Vol. 1, p. 25). AERA.

Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., & Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-18.

Chevalier, M., Giang, C., El-Hamamsy, L., Bonnet, E., Papaspyros, V., Pellet, J. P., Audrin, K, Romero M., Baumberger. B., & Mondada, F. (2022). The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. *Computers & Education, 180,* 104431.

Chiu, C. F., & Huang, H. Y. (2015). Guided debugging practices of game based programming for novice programmers. *International Journal of Information and Education Technology*, *5*(5), 343.

Daniela, L. (2019). *Smart learning with educational robotics.* Springer International Publishing.

DeLiema, D., Dahn, M., Flood, V. J., Asuncion, A., Abrahamson, D., Enyedy, N., & Steen, F. (2019). Debugging as a context for fostering reflection on critical thinking and emotion. In. E. Manalo (Ed.), *Deeper learning, dialogic learning, and critical thinking, research-based strategies for the classroom* (pp. 209-228). Routledge.

Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. *Computers & Education, 69*, 485-492.

Ducassé, M., & Emde, A. M. (1989). A review of automated debugging systems: Knowledge, strategies and techniques. *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering* (pp. 162-163). IEEE

Eguchi, A., & Uribe, L. (2017). Robotics to promote STEM learning: Educational robotics unit for 4th grade science. *Proceedings of the 2017 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 186-194). IEEE.

Fields, D. A., Kafai, Y. B., Morales-Navarro, L., & Walker, J. T. (2021). Debugging by design: A constructionist approach to high school students' crafting and coding of electronic textiles as failure artefacts. *British Journal of Educational Technology, 52*(3), 1078-1092.

Fitzgerald, S., Lewandowski, G., McCauley, R., Murphy, L., Simon, B., Thomas, L., and Zander, C. (2008). Debugging: finding, fixing and flailing, a multi-institutional study of novice debuggers. *Computer Science Education, 18*(2), 93-116.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, *48*(4), 63-85.

Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C.N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, *91*, 14-31.

Klahr, D., & Carver, S. M. (1988). Cognitive objectives in a LOGO debugging curriculum: Instruction, learning, and transfer. *Cognitive Psychology*, *20*(3), 362-404.

Komis, V., Romero, M., & Misirli, A. (2017). A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving. In D. Alimisis, M. Moro & E. Menegatti (Eds.), *Educational robotics in the makers era 1* (pp. 158-169). Springer.

Li, C., Chan, E., Denny, P., Luxton-Reilly, A., & Tempero, E. (2019). Towards a framework for teaching debugging. *Proceedings of the 21st Australasian Computing Education Conference* (pp. 79-86). Association for Computing Machinery.

McCauley, R., Fitzgerald, S., Lewandowski, G., Murphy, L., Simon, B., Thomas, L., & Zander, C. (2008). Debugging: a review from an educational perspective. *Computer Science Education*, *18*(2), 67-92.

Murphy, L., Lewandowski, G., McCauley, R., Simon, B., Thomas, L., & Zander, C. (2008). Debugging: the good, the bad, and the quirky--a qualitative analysis of novices' strategies. *ACM SIGCSE Bulletin*, *40*(1), 163-167.

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.

Papamargariti & Dimitracopoulou (2025). Multidimensional support model for robotics learning activities. [Manuscript submitted for publication].

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful Ideas.* Perkins & Martin.

Pólya, G., & Szegö, G. (1945). Inequalities for the capacity of a condenser. *American Journal of Mathematics*, 67(1), 1-32.

Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L. (2019). Towards a definition of educational robotics: A classification of tools, experiences and assessments. In L. Daniela (Ed.) *Smart learning with educational robotics* (pp. 63-92). Springer.

Socratous, C., & Ioannou, A. (2020). Common errors, successful debugging, and engagement during block-based programming using educational robotics in elementary education. *Proceedings of the 14th International Conference of the Learning Sciences* (pp. 991–998). International Society of the Learning Sciences.

Socratous, C., & Ioannou, A. (2021). Structured or unstructured educational robotics curriculum? A study of debugging in block-based programming. *Educational Technology Research and Development*, *69*(6), 3081-3100.

Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, *127*, 267-282.

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

Ναυσικά Παππά[1], Κυπαρισσία Παπανικολάου[2], Γιώργος Φεσάκης[3], Κλειώ Σγουροπούλου[1]
npappa@uniwa.gr, kpapanikolaou@aspete.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, ksgourop@uniwa.gr
[1]Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
[3]Τμήμα 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 αποσφαλμάτωσης 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 συνέδεσε 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 διαφροποιούνταν το είδος της εργασίας ανάλογα με την ομάδα. Η πειραματική ομάδα πραγματοποίησε 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

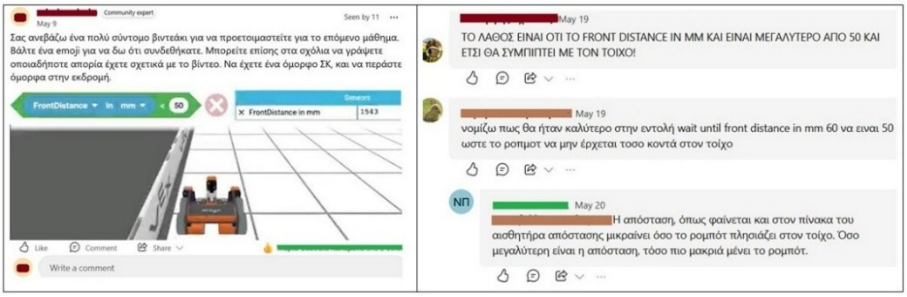
Στο πλαίσιο της ομαλής λειτουργίας του εργαστηρίου Πληροφορικής και της οδηγίας του Υπουργείου οι δια ζώσης συναντήσεις πραγματοποιούνται σε δύο συνεχόμενα 45λεπτα και κάθε τμήμα-ομάδα χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Δημιουργούνται δηλαδή δύο υποομάδες και στην εξ αποστάσεως εργασία, άρα οργανώνονται δύο 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 Συμπλήρωση ερωτηματολογίου CoI	Δια ζώσης Δια ζώσης	- -	✓ ✓	✓ ✓

Στην πλατφόρμα Engage σχεδιάστηκε για κάθε ομάδα ΠΟΑ και ΠΟΒ ένα κανάλι επικοινωνίας για τους μαθητές οργανωμένο με τέτοιον 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 συγκεριμένο 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 εκδοχή του με 30 ερωτήσεις που περιλάμβανε τέσσερις από τις 7 παραμέτρους: "Ενδιαφέρον/ευχαρίστηση", "Εκτιμώμενη Ικανότητα", "Προσπάθεια/σημασία", "Πίεση/ένταση" και "Αξία/Χρησιμότητα" (Ryan & Deci, 2000). Χρησιμοποιήθηκε επίσης το Ερωτηματολόγιο Κοινότητας Διερεύνησης (CoI), συγκεκριμένα μία καταλληλότερη για δευτεροβάθμια εκπαίδευση εκδοχή 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 CTtest, 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 αποτυπονόταν 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 & Arbaough, 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	***Τυπική Απόκλιση***	***Μέση Τιμή***	***Μέσος Όρος***	***Τυπική 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 (*ΜΟ* = 7,78) έναντι της ομάδας ελέγχου (*ΜΟ* = 5,94). Επιπλέον, αξιολόγησαν πολύ θετικά την αξία/χρησιμότητα των δραστηριοτήτων (*ΜΟ* = 7,52) έναντι (*ΜΟ* = 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 συμβουλεύτηκε 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 (*ΜΟ* = 8,80) γεγονός που ερμηνεύεται από την υψηλότερη βαθμολογία που συγκεντρώνει η διδακτική παρουσία στον Πίνακα 4. Ακολουθεί η Γνωστική παρουσία (*ΜΟ* = 8,13) και η κοινωνική παρουσία (*ΜΟ* = 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 "Ένιωσα άνετα να διαφωνώ με τους συμμαθητές μου, ενώ παρόλα αυτά διατηρούσαμε αίσθηση εμπιστοσύνης" που αφορά την κοινωνική παρουσία συγκεντρώνει την μικρότερη βαθμολογία (*ΜΟ* = 6,84).

Πίνακας 5. Στατιστικά αποτελέσματα ερωτηματολογίου ΚΔ (κλίμακα 10)

Είδος παρουσίας	ΜΟ	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 (*ΜΟ* = 6,92 και *ΜΟ* = 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 (*ΜΟ* = 4,66) και για την ομάδα ελέγχου (*ΜΟ* = 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., Chioccariello, A., Kampylis, 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

Chiazzese, 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.

Η Ομαδοσυνεργατική Μάθηση στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση της Ρομποτικής

Μαρία-Αναστασία Μουστάκα
psed24013@aegean.gr
Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Το παρόν άρθρο εξετάζει την ομαδοσυνεργατική μάθηση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση της ρομποτικής, με επίκεντρο τις απόψεις εφήβων μαθητών/τριών στη Ρόδο. Στόχος είναι η καταγραφή των δυσκολιών που αντιμετωπίζονται και η ανάδειξη παραγόντων που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της εξ αποστάσεως μάθησης. Η έρευνα, που διεξήχθη με ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, έδειξε ότι οι μαθητές/τριες είναι εξοικειωμένοι/ες με την ψηφιακή εκπαίδευση και αποδίδουν την επιτυχία της σε παράγοντες όπως η προσαρμογή στις ανάγκες τους, η χρήση σύγχρονων μεθόδων και η τεχνολογική επάρκεια. Οι συμμετέχοντες/ουσες βιώνουν θετικά συναισθήματα, ενώ δίνουν έμφαση στον ρόλο του/της καταρτισμένου/ης και επικοινωνιακού/ής εκπαιδευτή/τριας. Τέλος, απορρίπτουν τον συσχετισμό της ρομποτικής με το φύλο, αναγνωρίζοντας την ως ισότιμο πεδίο για όλους/ες.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, εξ αποστάσεως εκπαίδευση, ομαδοσυνεργατική μάθηση

Εισαγωγή

Η παραδοσιακή, μετωπική διδασκαλία, αν και εξακολουθεί να κατέχει κυρίαρχη θέση στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, αδυνατεί πλέον να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες ανάγκες και στις νέες συνθήκες μάθησης που διαμορφώνονται. Η διαρκής ροή πληροφοριών, η μείωση του χρόνου συγκέντρωσης των μαθητών/τριών και η ανάγκη για εξατομικευμένη προσέγγιση καθιστούν αναγκαία την αναζήτηση εναλλακτικών διδακτικών μεθόδων. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αναδύθηκε ως λύση ανάγκης κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19 και λειτούργησε στην πράξη ως εξ αποστάσεως διδασκαλία εκτάκτου ανάγκης (Hodges et al., 2020), αλλά εξελίσσεται σε σταθερό και δυναμικό εργαλείο μάθησης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αξιοποίησή της στον τομέα της εκπαιδευτικής ρομποτικής, μια σύγχρονη και διαθεματική προσέγγιση που ενισχύει τη βιωματική μάθηση και καλλιεργεί δεξιότητες 21ου αιώνα. Ταυτόχρονα, η ομαδοσυνεργατική μάθηση, ως παιδαγωγική στρατηγική που ενισχύει τη συμμετοχικότητα, την αλληλεπίδραση και την αυτονομία, αποτελεί βασικό παράγοντα επιτυχίας σε τέτοια περιβάλλοντα. Η παρούσα εργασία επιδιώκει να διερευνήσει το πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τη συνδυασμένη εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, της ρομποτικής και της συνεργατικής μάθησης. Εστιάζει στις δυσκολίες που προκύπτουν, στα συναισθήματα που προκαλούνται και στους παράγοντες που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα αυτής της εκπαιδευτικής προσέγγισης.

Θεωρητικό πλαίσιο

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί μια δυναμικά εξελισσόμενη μορφή μάθησης, η οποία εφαρμόζεται τόσο στην τυπική όσο και στη μη τυπική εκπαίδευση. Οι μορφές διδασκαλίας διαφοροποιούνται ανάλογα με το εκπαιδευτικό τους πλαίσιο και διακρίνονται σε τυπική, μη τυπική και άτυπη εκπαίδευση. Η τυπική εκπαίδευση ακολουθεί μια δομημένη πορεία με διακριτές βαθμίδες και παρέχει γενική και επαγγελματική γνώση μέσα από θεσμοθετημένες

εκπαιδευτικές δομές, όπως σχολεία και πανεπιστήμια (Jeffs & Smith, 1999). Αντίθετα, η μη τυπική εκπαίδευση υλοποιείται από πιστοποιημένους φορείς εκτός του τυπικού εκπαιδευτικού συστήματος και απευθύνεται σε ευρύτερες ομάδες πληθυσμού, χωρίς ηλικιακούς ή άλλους περιορισμούς (Eguchi, 2014· Jeffs & Smith, 1999). Η άτυπη εκπαίδευση, τέλος, συντελείται στο πλαίσιο της καθημερινότητας, χωρίς προκαθορισμένο σχεδιασμό ή συγκεκριμένη ύλη, μέσα από βιώματα, αλληλεπιδράσεις και προσωπικές εμπειρίες (Jeffs & Smith, 1999). Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης τόσο στην τυπική όσο και στη μη τυπική εκπαίδευση.

Αν και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση έγινε ιδιαίτερα διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης και των αναγκών που δημιούργησε η πανδημία, οι ρίζες της ανάγονται στον 19ο αιώνα, με τη μορφή διδασκαλίας μέσω αλληλογραφίας (Spector et al., 2014). Με την πάροδο του χρόνου ενσωματώθηκαν το διαδίκτυο και οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), διευρύνοντας τις δυνατότητες επικοινωνίας και συνεργασίας (Moore et al., 2011). Η εκπαίδευση αυτή χαρακτηρίζεται από την απουσία γεωγραφικών και χρονικών περιορισμών και είναι προσβάσιμη σε άτομα ανεξαρτήτως τοποθεσίας (Moore et al., 2011). Σύμφωνα με τους Moore et al. (2011), η εξ αποστάσεως εκπαίδευση παρέχει εκπαιδευτικό υλικό μέσω ηλεκτρονικών μέσων, ενώ ο Dede (1996) εστιάζει στη μη φυσική παρουσία και την κατανεμημένη μάθηση. Ο Keegan (1996) την προσεγγίζει ως γενικότερο όρο που εμπεριέχει δράσεις όπως η βιβλιογραφική μελέτη και η ανταλλαγή απόψεων. Ο Ματραλής (1999) επισημαίνει τη σημασία του εμψυχωτικού ρόλου του/της εκπαιδευτή/τριας και την ποιότητα της επικοινωνίας, παρά την απόσταση, ενώ οι King et al. (2001) διακρίνουν την εξ αποστάσεως μάθηση ως ικανότητα και την εξ αποστάσεως εκπαίδευση ως οργανωμένη δραστηριότητα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σχετίζονται με τη συνεχή της εξέλιξη, η οποία εξαρτάται από την τεχνολογική πρόοδο (Sherry, 1995). Ο ρόλος του/της εκπαιδευτή/τριας είναι κομβικός, καθώς καλείται να δημιουργήσει θετικά περιβάλλοντα μάθησης, να διασφαλίσει την προσβασιμότητα και να εμπνέει τους/τις εκπαιδευόμενους/μενες (Schamber, 1988· Sherry, 1995). Η ποιότητα του εκπαιδευτικού υλικού είναι επίσης κρίσιμη και θα πρέπει να είναι απλό, σαφές, παρακινητικό και συναισθηματικά ελκυστικό, όπως επισημαίνει ο Holmberg (1983). Η επικοινωνία παραμένει απαραίτητη και επιτυγχάνεται με ποικίλα μέσα όπως πλατφόρμες, email και τηλεδιασκέψεις, διασφαλίζοντας την αλληλεπίδραση και τη δημιουργία ομάδας (Ματραλής, 1999).

Τα οφέλη της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης είναι σημαντικά και πολυεπίπεδα. Πρωτίστως, προσφέρει ευελιξία στον/στην εκπαιδευόμενο/η να παρακολουθεί το μάθημα όποτε και απ' όπου επιθυμεί, χωρίς να υστερεί σε στόχους και δομή (Καράκιζα, 2010). Ενισχύει τη διαδραστικότητα και την ενεργή συμμετοχή, με τον/την εκπαιδευόμενο/η να τοποθετείται στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας. Η δημιουργία ομάδων, η συνεργασία και η συναισθηματική σύνδεση με το μάθημα καθιστούν τη διαδικασία πιο ελκυστική και αποτελεσματική. Παράλληλα, η πρόσβαση στην εκπαίδευση επεκτείνεται σε όλα τα κοινωνικά στρώματα και ηλικιακές ομάδες, ενισχύοντας την ισότητα και τη δια βίου μάθηση.

Οι θεωρίες που στηρίζουν την εξ αποστάσεως εκπαίδευση είναι ποικίλες. Η θεωρία της ανεξαρτησίας των σπουδών του Wedemeyer (Μαυροειδής κ.ά., 2014), η θεωρία της αυτόνομης μάθησης του Moore (Γιαγλή κ.ά., 2010· Μαυροειδής κ.ά., 2014), η θεωρία της βιομηχανοποίησης του Peters (2000) και η θεωρία της αλληλεπίδρασης του Holmberg (Μαυροειδής κ.ά., 2014) αναδεικνύουν τις διαφορετικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις και επιβεβαιώνουν την πολυπλοκότητα του φαινομένου. Κοινός παρονομαστής όλων είναι η έμφαση στον/την εκπαιδευόμενο/η και τη διαδραστική, εξατομικευμένη μάθηση.

Ο ρόλος του/της εκπαιδευτή/τριας είναι πολυδιάστατος. Πέρα από την παροχή υποστήριξης και την κατάρτιση της διδακτέας ύλης, ο/η εκπαιδευτής/τρια καλείται να δημιουργήσει ένα περιβάλλον εμπιστοσύνης και ενθάρρυνσης, να σχεδιάσει κατάλληλες διδακτικές μεθόδους και να αξιοποιήσει τις γνώσεις και τα βιώματα των εκπαιδευομένων/ουσών (Rockwell, 2000· Κόκκος, 1998). Η εξοικείωσή του με τα τεχνολογικά μέσα είναι απαραίτητη, καθώς αποτελεί τον βασικό άξονα επικοινωνίας και διάχυσης της γνώσης (Βαλασίδου, 2005).

Το εκπαιδευτικό υλικό στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και προσαρμογή στις ανάγκες και δυνατότητες των εκπαιδευομένων/ουσών (Λιοναράκης, 2001· Νταραντούμης, 2007). Πρέπει να καλύπτει όχι μόνο γνωσιακούς στόχους αλλά και να καλλιεργεί μεταγνωστικές δεξιότητες, ενθαρρύνοντας την αυτονομία και την αυτοαξιολόγηση (Λιοναράκης & Παπαδημητρίου, 2002). Η αξιοποίηση των ΤΠΕ αποτελεί βασικό εργαλείο επιτυχίας και διευκόλυνσης αυτής της μαθησιακής διαδικασίας.

Η εκπαιδευτική ρομποτική, στο ίδιο πνεύμα, αποτελεί ένα σύγχρονο εργαλείο μάθησης που συνδυάζει τεχνολογία, καινοτομία και διαθεματική γνώση. Επιτρέπει στους/τις μαθητές/τριες να κατασκευάζουν και να προγραμματίζουν ρομποτικά συστήματα, εφαρμόζοντας αρχές φυσικής, μαθηματικών, πληροφορικής και μηχανικής (Alimisis, 2013· Rogers & Portsmore, 2004). Μέσω αυτής της διαδικασίας ενισχύονται δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ομαδικής συνεργασίας, κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας (Alimisis, 2014· Blanchard et al., 2010· Çalik et al., 2014· Çalik et al., 2015· Eguchi, 2014· Gura, 2007· Jonassen, 2000). Η ρομποτική δε λειτουργεί μόνο ως εργαλείο εμπλουτισμού, αλλά ως οργανικό μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενισχύοντας τη βιωματική και ενεργητική μάθηση.

Οι σύγχρονες διδακτικές πρακτικές αξιοποιούν ποικίλα εργαλεία, όπως κιτ ρομποτικής (π.χ. Lego Mindstorms, WeDo, Spike), παιχνίδια προγραμματισμού (Bee-Bot) και πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα (Arduino, Raspberry Pi) (Miller et al., 2016· Mikropoulos & Bellou, 2013). Οι διαγωνισμοί ρομποτικής προσφέρουν πλαίσιο παρακίνησης και πραγματικής εφαρμογής, τόσο μέσω των θεσμικών φορέων (WRO Hellas, FLL) όσο και μέσω ανεξάρτητων οργανισμών, όπως το ΕΛ/ΛΑΚ (Fessakis et al., 2019· Mikropoulos & Bellou, 2013).

Η ρομποτική προσφέρει πολύτιμα γνωστικά, κοινωνικά και τεχνολογικά οφέλη. Βοηθά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού (Kazakoff & Bers, 2012· Kazakoff et al., 2013), ενισχύει την επαφή με την τεχνολογία και παρέχει μια πολυδιάστατη μαθησιακή εμπειρία, προσαρμοσμένη στις ανάγκες του/της σύγχρονου/ης εκπαιδευομένου/ης.

Τα εκπαιδευτικά μέσα που υποστηρίζουν τη ρομποτική διδασκαλία είναι ποικίλα. Ο προγραμματισμός μπορεί να διδαχθεί με εργαλεία όπως το Scratch, το MIT App Inventor και το Tinkercad, προσφέροντας δυνατότητες και σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως μάθησης. Αυτά τα μέσα επιτρέπουν την εκμάθηση προγραμματισμού, κυκλωμάτων και τρισδιάστατης σχεδίασης, καθιστώντας τη ρομποτική προσιτή ακόμα και χωρίς φυσικό εξοπλισμό. Η επιλογή των κατάλληλων μέσων εξαρτάται από το επίπεδο, την εμπειρία και τους στόχους των μαθητών/τριών, ενώ η εκπαιδευτική στρατηγική πρέπει να είναι ευέλικτη, διαφοροποιημένη και βασισμένη στην ενεργό μάθηση.

Η εξ αποστάσεως διδασκαλία της ρομποτικής έχει αναδειχθεί ως ένα νέο πεδίο ενδιαφέροντος, καθώς οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που υποστηρίζουν τη ρομποτική, όπως το Scratch, το MIT App Inventor και το Tinkercad, επιτρέπουν στους/τις μαθητές/τριες να εκτελούν δημιουργικές εργασίες και να αναπτύσσουν δεξιότητες προγραμματισμού και επίλυσης προβλημάτων εξ αποστάσεως. Ωστόσο, η ενσωμάτωσή τους σε διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης προκαλεί συγκεκριμένες προκλήσεις, όπως η έλλειψη φυσικού

εξοπλισμού και η δύσκολη συνεργασία μεταξύ μαθητών/τριών λόγω της αποστασιοποίησης. Επιπλέον, η ανάγκη ψηφιακής υποστήριξης και η εξειδίκευση των εκπαιδευτών στη χρήση αυτών των εργαλείων είναι κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχία αυτής της εκπαιδευτικής προσέγγισης. Παρά τις προκλήσεις, η ρομποτική παραμένει ένα ισχυρό εργαλείο που ενισχύει τη βιωματική μάθηση και την ομαδική συνεργασία, ενδυναμώνοντας τους/τις μαθητές/τριες να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Μεθοδολογία και ερευνητικές συνθήκες

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν τα προβλήματα και οι δυσκολίες που υπάρχουν στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση καθώς και να προταθούν λύσεις για την αντιμετώπισή τους. Απώτερος στόχος είναι η καταγραφή των απόψεων των εφήβων μαθητών/τριών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με σκοπό την ενδυνάμωση και βελτίωση της αποτελεσματικότητας της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στη χώρα. Κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της μελέτης είναι το εξής:

- Πώς αντιλαμβάνονται οι έφηβοι μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τη συμμετοχή τους σε προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης γενικά και ειδικότερα σε προγράμματα ρομποτικής, όσον αφορά τα κίνητρα, τα εμπόδια, τις εμπειρίες, τα συναισθήματα, τις απόψεις τους για την εκπαιδευτική διαδικασία και τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την επιτυχία αυτών των προγραμμάτων;

Στο πλαίσιο αυτού του κεντρικού ερωτήματος, η έρευνα εστιάζει σε δέκα κεντρικές υπο-ερωτήσεις:

1. Ποιοι είναι οι λόγοι που παρακινούν τους/τις μαθητές/τριες για τη συμμετοχή σε εκπαιδευτικά προγράμματα από απόσταση εκτός του σχολείου;
2. Ποιοι είναι οι παράγοντες που λειτουργούν ως εμπόδια κατά τη διάρκεια συμμετοχής τους σε εξ αποστάσεως προγράμματα εκτός του σχολείου;
3. Ποιοι είναι οι παράγοντες επιτυχίας εξ αποστάσεως εκπαιδευτικών προγραμμάτων εκτός σχολείου;
4. Ποια είναι τα αισθήματα που βιώνουν οι συμμετέχοντες/ουσες στη σκέψη της συμμετοχής τους σε ένα διαδικτυακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα από απόσταση;
5. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του/της εκπαιδευτή/τριας που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας στο περιβάλλον της τηλεδιάσκεψης;
6. Τι πιστεύουν για τη διαδικασία αξιολόγησης των συμμετεχόντων/ουσών στην εξ αποστάσεως διαδικτυακή εκπαίδευση;
7. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών για την ομαδική-συνεργατική μάθηση;
8. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα ρομποτικής;
9. Τι πιστεύουν για την επίδραση του φύλου στις απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα της ρομποτικής;
10. Τι πιστεύουν για την επίδραση της συμμετοχής σε προγράμματα ρομποτικής στις απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα αυτού του είδους;

Δείγμα και μεθοδολογικά εργαλεία

Τον πληθυσμό της έρευνας αποτελούν όλοι/ες οι έφηβοι/ες μαθητές/τριες του νησιού της Ρόδου. Για την επιλογή του δείγματος χρησιμοποιήθηκε δείγμα ευκολίας, το οποίο στερεί τη δυνατότητα γενίκευσης και επιτρέπει μόνο την εξαγωγή ενδείξεων για τις απόψεις των

μαθητών/τριών που ρωτήθηκαν, χωρίς καμία δυνατότητα γενίκευσης στον πληθυσμό. Το δείγμα της έρευνας τελικά αποτέλεσαν 146 μαθητές/τριες του νησιού της Ρόδου. Σύμφωνα την ανάλυση των στοιχείων της έρευνας το 39,7% του δείγματος είναι κορίτσια και το 60,3% αγόρια.

Η συγκεκριμένη ερευνητική προσπάθεια είναι μια ποσοτική έρευνα με εργαλείο το ερωτηματολόγιο. Αναφορικά με την ερευνητική προσέγγιση είναι μια περιγραφική έρευνα, η οποία έχει σκοπό την περιγραφή και ανάδειξη των απόψεων εφήβων μαθητών/τριών για ζητήματα σχετικά με την εκπαίδευση από απόσταση εκτός του σχολείου στο χώρο κυρίως της ρομποτικής. Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον Μάρτιο μέχρι τον Μάιο του 2022. Μετά τη βιβλιογραφική έρευνα για τη διερεύνηση του πεδίου κυρίως της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και τον καθορισμό του ερευνητικού σκοπού και των στόχων, καθορίστηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα και βάση αυτών σχεδιάστηκε το ερωτηματολόγιο. Στόχο αποτέλεσε η ιδανική ισορρόπηση μεταξύ της υποστήριξη της εγκυρότητας και του χρόνο συμπλήρωσης, ο οποίος δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10-15 λεπτά (Cohen et al., 2008). Το ερευνητικό εργαλείο αποφασίστηκε να διανεμηθεί ηλεκτρονικά μέσω Google Forms, κυρίως λόγω των συνθηκών που επιβλήθηκαν από την πανδημία COVID-19 και της αδυναμίας προσέγγισης δια ζώσης των μαθητών/τριών του δείγματος.

Εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας

Πριν την αποστολή του ερευνητικού εργαλείου, πραγματοποιήθηκε η πιλοτική έρευνα σε δείγμα 10 μαθητών, προκειμένου να μετρηθεί α) ο δείκτης αξιοπιστίας εσωτερικής συνοχής Cronbach's Alpha, που αξιολογεί τη δομική υπόσταση του ερευνητικού εργαλείου και β) στοιχεία της εγκυρότητας περιεχομένου με την αξιολόγηση των ερωτήσεων. Ο δείκτης *a* σε όλες τις ομάδες διαβαθμιστικών ερωτήσεων είχε μέσο όρο ,783 σαφώς μεγαλύτερο από το όριο του 0,700, σύμφωνα με τον οποίο διαπιστώνεται υψηλό επίπεδο εσωτερικής συνοχής στο ερωτηματολόγιο. Παράλληλα η αξιολόγηση των ερωτήσεων για την εγκυρότητα περιεχομένου αναλύθηκαν και επέφεραν τις διορθώσεις, όπου απαιτήθηκε.

Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS σε δύο επίπεδα, η περιγραφική και η επαγωγική ανάλυση. Αρχικά, στο πλαίσιο της περιγραφικής ανάλυσης για τις κατηγορικές μεταβλητές δόθηκαν οι συχνότητες των επιλογών στις απαντήσεις και τα ποσοστά. Για την περίπτωση των διαβαθμιστικών μεταβλητών δόθηκαν οι μέσοι όροι, ως δείκτες κεντρικής τάσης των απαντήσεων και οι τυπικές αποκλίσεις, ως δείκτης διασποράς των τιμών τους.

Στο δεύτερο επίπεδο, της επαγωγικής ανάλυσης επιχειρήθηκε η διερεύνηση της ύπαρξης στατιστικά σημαντικά διαφορών στις τοποθετήσεις των ερωτώμενων σε σχέση με συγκεκριμένες ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το φύλο και το αν οι συμμετέχοντες/ουσες έχουν παρακολουθήσει κάποιο πρόγραμμα ρομποτικής. Για τη στατιστική ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων, αφού πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας στις τιμές των διαβαθμιστικών μεταβλητών με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov ($N > 50$), από τον οποίο διαπιστώθηκε ότι οι τιμές καμίας μεταβλητής δεν ακολουθούν κανονική κατανομή (sig. < 0,050), χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω μη παραμετρικά στατιστικά κριτήρια:

- Για την περίπτωση, όπου η ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν κατηγορική με δύο κατηγορίες (πχ φύλο και συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής) και η εξαρτημένη μεταβλητή

ήταν σε διαβαθμιστική κλίμακα μέτρησης χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο Mann Whitney.

- Για την περίπτωση όπου και η ανεξάρτητη μεταβλητή και οι εξαρτημένη ήταν κατηγορικές χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό κριτήριο x^2.

Σε όλες τις περιπτώσεις ορίστηκε το επίπεδο σημαντικότητας στο ,05.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τις απαντήσεις 146 εφήβων μαθητών/τριών (27 μαθητές/τριες ηλικίας 11-12 ετών (18,5%), 61 μαθητές/τριες ηλικίας 13-15 ετών (60,3%) και 58 μαθητές/τριες ηλικίας 16-18 ετών (39,7%)) της Ρόδου, έδωσε πολύτιμα ευρήματα για τις στάσεις, τις αντιλήψεις και τα συναισθήματα των συμμετεχόντων/ουσών αναφορικά με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και τη ρομποτική. Οι ερωτήσεις ήταν σε διαβαθμιστική κλίμακα Likert, όπου το 1 αντιστοιχεί στην απόλυτη διαφωνία και το 5 αντιστοιχεί στην απόλυτη συμφωνία.

Οι μαθητές/τριες του δείγματος, στην πλειονότητά τους (61,0%), δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία από μαθήματα ρομποτικής, αλλά δήλωσαν εξοικειωμένοι/ες σε μεγάλο ποσοστό (97,2%) με την τεχνολογία και την εξ αποστάσεως μάθηση. Σύμφωνα με τις δηλώσεις τους, οι βασικότεροι λόγοι παρακίνησης για τη συμμετοχή τους σε προγράμματα από απόσταση είναι η εξοικονόμηση κόστους ($\tilde{x}$ = 3,31, SD = 1,136) και η γεωγραφική απόσταση ($\tilde{x}$ = 3,56, SD = 1,157). Αντίστοιχα, κύρια εμπόδια προσδιορίστηκαν η φασαρία στον οικιακό χώρο ($\tilde{x}$ = 3,71, SD = 1,329), η οικονομική κατάσταση ($\tilde{x}$ = 3,40, SD = 1,189), ο φόρτος σχολικών υποχρεώσεων ($\tilde{x}$ = 3,79, SD = 1,050) και τα τεχνικά προβλήματα υποδομής ($\tilde{x}$ = 3,29, SD = 1,425).

Ως προς τους παράγοντες επιτυχίας των προγραμμάτων, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην προσωποποιημένη διδασκαλία (ανάγκες, γνώσεις, ενδιαφέροντα μαθητών) ($\tilde{x}$ = 4,40, SD = ,979), στην οργάνωση ($\tilde{x}$ = 4,30, SD = 1,020) και στον βαθμό εξοικείωσης των μαθητών/τριών ($\tilde{x}$ = 3,94, SD = 1,193) αλλά και στη θετική ατμόσφαιρα μάθησης ($\tilde{x}$ = 4,04, SD = 1,231). Συναισθηματικά, οι μαθητές/τριες δήλωσαν κυρίως ενθουσιασμό ($\tilde{x}$ = 3,45, SD = 1,108), χαρά ($\tilde{x}$ = 3,65, SD = 1,148) και ανυπομονησία ($\tilde{x}$ = 3,08, SD = 1,195), ενώ το άγχος ($\tilde{x}$ = 2,99, SD = 1,434) και ο φόβος υπήρχαν σε μικρότερο βαθμό ($\tilde{x}$ = 2,39, SD = 1,391).

Σε σχέση με τους/τις εκπαιδευτές/τριες, θεωρήθηκαν απαραίτητα χαρακτηριστικά η ευφράδεια λόγου ($\tilde{x}$ = 4,25, SD = ,974), η γνώση του αντικειμένου ($\tilde{x}$ = 4,53, SD = ,848), η προετοιμασία ($\tilde{x}$ = 4,42, SD = ,908) και η εξοικείωση με ψηφιακά περιβάλλοντα ($\tilde{x}$ = 4,29, SD = 0,961). Η διαδικασία αξιολόγησης αντιμετωπίστηκε θετικά ($\tilde{x}$ = 3,71, SD = 1,181), με αποδοχή διαφόρων πρακτικών όπως τελικές εργασίες ($\tilde{x}$ = 3,50, SD = 1,122), αυτοαξιολόγηση ($\tilde{x}$ = 3,68, SD = 1,076) και προφορικές εξετάσεις ($\tilde{x}$ = 3,42, SD = 1,213).

Αναφορικά με τη συνεργατική μάθηση, οι μαθητές/τριες αισθάνονταν άνετα να συμμετέχουν σε ομάδες ($\tilde{x}$ = 3,98, SD = 0,851). Η ρομποτική, ως θεματική ενότητα, θεωρήθηκε δημιουργική ($\tilde{x}$ = 3,98, SD = 1,073) και ευχάριστη ($\tilde{x}$ = 3,86, SD = 1,130), ενώ δε θεωρήθηκε ιδιαίτερα δύσκολη ($\tilde{x}$ = 2,48, SD = 1,244), ούτε κατάλληλη μόνο για άριστους/ες μαθητές/τριες ($\tilde{x}$ = 2,03, SD = 1,162). Η σχέση της με το φύλο απορρίφθηκε από το δείγμα, καθώς το δείγμα θεωρεί ότι η ρομποτική απευθύνεται ισότιμα σε αγόρια και κορίτσια, χωρίς φύλο να αποτελεί παράγοντα επιτυχίας ($\tilde{x}$ = 4,57, SD = 1,050).

Στο πλαίσιο της επαγωγικής ανάλυσης ελέγχθηκαν οι διαφοροποιήσεις των τιμών σε σχέση με το φύλο και τη συμμετοχή των μαθητών/τριών σε προγράμματα ρομποτικής. Από την ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων προέκυψαν οι παρακάτω στατιστικά σημαντικές διαφορές. Διαπιστώνεται ότι το 53,4% των αγοριών έχουν παρακολουθήσει μαθήματα ρομποτικής, σε αντίθεση με το 29,5% των κοριτσιών $x^2(1)$= 8,393, p = 0,004. Τα κορίτσια

παρουσίασαν μεγαλύτερη ανησυχία για την επίτευξη των στόχων ($\tilde{x}$ = 3,50) απ' ότι τα αγόρια ($\tilde{x}$ = 3,03), U = 2069,500, p = 0,047 και άγχος ($\tilde{x}$ =3,25 - 2,59), U =1880,500, p = 0,006, αλλά θεωρούσαν σε μεγαλύτερο βαθμό παράγοντα επιτυχίας ($\tilde{x}$ = 4,13 - 3,74) τη διαδραστική διδασκαλία σε ένα περιβάλλον όπου οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να επικοινωνούν και να διατυπώνουν ερωτήσεις, U = 2063,500, p = 0,039.

Αναφορικά με τη συμμετοχή των μαθητών/τριών σε προγράμματα ρομποτικής διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/τριες που είχαν προηγούμενη εμπειρία στη ρομποτική παρουσίασαν θετικότερες στάσεις ($\tilde{x}$ = 4,30 - 3,58), U = 1588,000, p = 0,000, λιγότερο άγχος ($\tilde{x}$ = 2,65 - 3,20), U = 1977,500, p = ,022 και ισχυρότερη σύνδεση με τις θετικές επιστήμες και την πληροφορική ($\tilde{x}$ = 4,07 - 3,64), U = 1912,500, p = 0,009. Όσοι δεν είχαν παρακολουθήσει αντίστοιχα προγράμματα, τα θεωρούσαν πιο απαιτητικά ($\tilde{x}$ = 2,78 - 2,02), U = 1645,500, p < 0,001 και λιγότερο χρήσιμα ($\tilde{x}$ = 2,30 - 1,84), U = 1913,500, p = 0,008, ενώ τα συνέδεαν με "μαθήματα για άριστους/ες" σε μεγαλύτερο βαθμό ($\tilde{x}$ = 2,20 - 1,75), U = 2035,500, p = 0,033.

Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των αντιλήψεων, εμπειριών και απόψεων των μαθητών/τριών σχετικά με τη συμμετοχή τους σε προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, με ιδιαίτερη έμφαση στα μαθήματα ρομποτικής. Συγκεκριμένα, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα αναλύθηκε μέσα από δέκα βασικές υπο-ερωτήσεις, οι οποίες φωτίζουν διαφορετικές πλευρές του ζητήματος. Τα ευρήματα δείχνουν ότι με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα για καθένα από τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιοι είναι οι λόγοι που παρακινούν τους/τις μαθητές/τριες για τη συμμετοχή σε εκπαιδευτικά προγράμματα από απόσταση εκτός του σχολείου; Οι μαθητές/τριες εντοπίζουν ως βασικούς λόγους παρακίνησης τη δυνατότητα πρόσβασης στη γνώση χωρίς χωρικούς ή χρονικούς περιορισμούς. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην απαλλαγή από το κόστος μετακίνησης και την εγγύτητα του προγράμματος στον τόπο διαμονής. Επιπλέον, η προσωπική εξοικείωση με την τεχνολογία λειτουργεί θετικά στην πρόθεση συμμετοχής τους.
2. Ποιοι είναι οι παράγοντες που λειτουργούν ως εμπόδια κατά τη διάρκεια συμμετοχής τους σε εξ αποστάσεως προγράμματα εκτός του σχολείου; Τα κύρια εμπόδια που αναφέρθηκαν σχετίζονται με το οικογενειακό και τεχνολογικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, η φασαρία στο σπίτι, η οικονομική κατάσταση, ο φόρτος σχολικών και εξωσχολικών δραστηριοτήτων, καθώς και οι ανεπαρκείς τεχνικές υποδομές (σύνδεση, εξοπλισμός) αποτελούν σημαντικούς ανασταλτικούς παράγοντες. Επιπλέον, η μειωμένη εξοικείωση ορισμένων μαθητών/τριών με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση εντείνει το αίσθημα δυσκολίας.
3. Ποιοι είναι οι παράγοντες επιτυχίας εξ αποστάσεως εκπαιδευτικών προγραμμάτων εκτός σχολείου; Η επιτυχία των προγραμμάτων αυτών, κατά την άποψη των συμμετεχόντων/ουσών, εξαρτάται κυρίως από τον βαθμό στον οποίο λαμβάνονται υπόψη οι ατομικές γνώσεις, ανάγκες και ενδιαφέροντά τους. Εξίσου σημαντικά κρίνουν την οργανωμένη και καλά σχεδιασμένη δομή του προγράμματος, την ύπαρξη σύγχρονων υποδομών, καθώς και τη διαμόρφωση θετικού μαθησιακού κλίματος.
4. Ποια είναι τα αισθήματα που βιώνουν οι συμμετέχοντες/ουσες στη σκέψη της συμμετοχής τους σε ένα διαδικτυακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα από απόσταση; Οι περισσότεροι μαθητές/τριες δήλωσαν ότι πριν την έναρξη ενός τέτοιου προγράμματος αισθάνονται θετικά συναισθήματα, όπως ενθουσιασμό, ανυπομονησία και χαρά για

τη νέα γνώση. Παράλληλα, εκδηλώνεται και ένας βαθμός ανησυχίας ή άγχους, κυρίως ως προς την επάρκειά τους ή την εξέλιξη του προγράμματος.

5. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του/της εκπαιδευτή/τριας που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας στο περιβάλλον της τηλεδιάσκεψης; Ο/Η εκπαιδευτής/τρια, σύμφωνα με τους/τις μαθητές/τριες, οφείλει να είναι επικοινωνιακός/ή, φιλικός/ή και γνώστης/τρια του αντικειμένου. Η ευφράδεια, η επαρκής προετοιμασία και η εξοικείωση με τα ψηφιακά εργαλεία διδασκαλίας θεωρούνται κρίσιμα στοιχεία για την επιτυχία της διδακτικής διαδικασίας στο εξ αποστάσεως περιβάλλον.
6. Τι πιστεύουν για τη διαδικασία αξιολόγησης των συμμετεχόντων/ουσών στην εξ αποστάσεως διαδικτυακή εκπαίδευση; Η αξιολόγηση θεωρείται αποτελεσματική όταν περιλαμβάνει ποικιλία μεθόδων. Οι συμμετέχοντες/ουσες εκφράζουν θετική στάση απέναντι στις εργασίες, τις γραπτές ή προφορικές εξετάσεις, την αυτοαξιολόγηση και τον συνδυασμό αυτών, εκτιμώντας ότι με αυτόν τον τρόπο αποτυπώνονται πληρέστερα οι μαθησιακές επιδόσεις.
7. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών για την ομαδική-συνεργατική μάθηση; Η πλειοψηφία των μαθητών/τριών δηλώνει άνεση και προτίμηση στην εργασία σε ομάδες, αναγνωρίζοντας την αξία της συνεργασίας, της ισότητας και της αλληλεπίδρασης. Η ομαδοσυνεργατική μάθηση ενισχύει τη συμμετοχικότητα και καθιστά τη διαδικασία της μάθησης πιο ευχάριστη και δημιουργική.
8. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα ρομποτικής; Η ρομποτική αντιμετωπίζεται θετικά από τους/τις μαθητές/τριες, οι οποίοι/ες τη χαρακτηρίζουν ως δημιουργική, ενδιαφέρουσα και χρήσιμη για το μέλλον τους. Δεν τη θεωρούν ούτε βαρετή ούτε δύσκολη και δεν τη συνδέουν αποκλειστικά με μαθητές/τριες υψηλής επίδοσης. Η τεχνολογία και οι κατασκευές συνιστούν ισχυρούς παρακινητικούς παράγοντες για τη συμμετοχή.
9. Τι πιστεύουν για την επίδραση του φύλου στις απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα της ρομποτικής; Η πλειονότητα θεωρεί ότι το φύλο δεν επηρεάζει την απόδοση στη ρομποτική. Αν και τα αγόρια δηλώνουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και προτίμηση για τις θετικές επιστήμες, τα κορίτσια αναγνωρίζουν τη σημασία της υποστήριξης, χωρίς να αποδίδουν στερεοτυπικά χαρακτηριστικά στα μαθήματα αυτά. Ωστόσο, καταγράφονται διαφοροποιήσεις στην προσέγγιση του περιεχομένου και στην ψυχολογική προδιάθεση.
10. Τι πιστεύουν για την επίδραση της συμμετοχής σε προγράμματα ρομποτικής στις απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθήματα αυτού του είδους; Η εμπειρία συμμετοχής σε προγράμματα ρομποτικής σχετίζεται με θετικότερες στάσεις απέναντι στο αντικείμενο, ενισχυμένη αυτοπεποίθηση και μειωμένα επίπεδα άγχους. Οι μαθητές/τριες που έχουν παρακολουθήσει αντίστοιχα μαθήματα δηλώνουν ότι τους αρέσει να προγραμματίζουν, να κατασκευάζουν και να συνεργάζονται. Αντίθετα, οι μαθητές/τριες που δεν έχουν σχετική εμπειρία εκφράζουν περισσότερες επιφυλάξεις, θεωρώντας τη ρομποτική πιο δύσκολη ή λιγότερο ενδιαφέρουσα.

Συμπεράσματα-περιορισμοί-προτάσεις

Συνοψίζοντας τα ευρήματα της έρευνας, οι μαθητές/τριες αισθάνονται εξοικειωμένοι με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και θεωρούν ότι η πρόσβαση σε τέτοια προγράμματα επηρεάζεται από οικονομικούς και γεωγραφικούς παράγοντες. Αναγνωρίζουν τη σημασία της καλής οργάνωσης, του τεχνολογικού εξοπλισμού και της προσαρμογής στις ανάγκες τους.

Αισθάνονται θετικά συναισθήματα πριν από την έναρξη των μαθημάτων, ενώ το άγχος και ο φόβος εμφανίζονται σε μικρότερη ένταση.

Εκτιμούν τη συνεργατική μάθηση, τη διαφορετικότητα των μεθόδων αξιολόγησης και τις ικανότητες των εκπαιδευτών/τριών. Διατηρούν ιδιαίτερα θετική στάση απέναντι στη ρομποτική ως αντικείμενο που συνδυάζει δημιουργικότητα, τεχνολογία και εφαρμοσμένη γνώση. Δεν αντιλαμβάνονται τη ρομποτική ως φύλο-εξαρτώμενη δραστηριότητα, αλλά ως πεδίο ανοικτό για όλους. Η προηγούμενη εμπειρία σε ρομποτική ενισχύει το ενδιαφέρον και τη θετική στάση απέναντι στη θεματική.

Αναφορικά με τις προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση και έρευνα προτείνεται αφενός η βελτίωση του ερευνητικού εργαλείου και η πραγματοποίηση έρευνας με αρτιότερη δειγματοληψία, για να είναι εφικτή η γενίκευση των αποτελεσμάτων στον γενικό πληθυσμό.

Αναφορές

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education, 6*(1), 63-71.

Alimisis, D. (2014). Educational robotics in teacher education: An innovative tool for promoting quality education. In L. Daniela, I. Lūka, L. Rutka, & I. Žogla (Eds.), *Teacher of the 21st century: Quality education for quality teaching* (pp. 14-27). Cambridge Scholars Publishing.

Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*, 2851-2857. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.427

Çalik, M., Ebenezer, J., Özsevgeç, T., Küçük, Z., & Artun, H. (2015). Improving science student teachers' self-perceptions of fluency with innovative technologies and scientific inquiry abilities. *Journal of Science Education and Technology, 24*(4), 448-460.

Çalik, M., Özsevgeç, T., Ebenezer, J., Artun, H., & Küçük, Z. (2014). Effects of "environmental chemistry" elective course via technology-embedded scientific inquiry model on some variables. *Journal of Science Education and Technology, 23*(3), 412-430.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Μεταίχμιο.

Dede, C. (1996). The evolution of distance education: Emerging technologies and distributed learning. *The American Journal of Distance Education, 10*(2), 4-36.

Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education* (Vol. 1, pp. 27-34). TERECoP.

Fessakis, G., Komis, V., Dimitracopoulou, A., & Prantsoudi, S. (2019). Overview of the computer programming learning environments for primary education. *Review of Science, Mathematics and ICT Education, 13*(1), 7-33.

Gura, M. (2007). *Student robotic classroom robotics: Case stories of 21st century instruction for millennial students*. Information Age Publishing.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review, 27*(1), 1-9.

Holmberg, B. (1983). Guided didactic conversation in distance education. In D. Sewart, D. Keegan, & B. Holmberg (Eds.), *Distance education: International perspectives* (pp. 34-62). Routledge.

Jeffs, T., & Smith, M. (1999). *Using informal education*. Open University Press.

Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Merrill.

Kazakoff, E., & Bers, M. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 21*(4), 371-391.

Kazakoff, E., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal, 41*(4), 245-255.

Keegan, D. (1996). *Foundations of distance education* (3rd ed.). Routledge.

King, F., Young, M. F., Drivere-Richmond, K., & Schrader, P. G. (2001). Defining distance learning and distance education. *AACE Journal, 9*(1), 1-14.

Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mind tools. *Themes in Science and Technology Education, 6*(1), 5-14.

Miller, P. D., Nourbakhsh, I., & Siciliano, B. (2016). Robotics for education. In B. Siciliano & O. Khatib (Eds.), *Springer handbook of robotics* (pp. 2115-2134). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_79

Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *The Internet and Higher Education, 14*(2), 129-135.

Peters, O. (2000). Digital learning environments: New possibilities and opportunities. *International Review of Research in Open and Distance Learning, 1*(1), 1-19.

Rockwell, K. D. (2000). Research and evaluation needs for distance education. *Online Journal of Distance Learning Administration, 3*(3), 3.

Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education, 5*(3/4), 17-28.

Schamber, L. (1988). *Delivery systems for distance education*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 304 111.

Sherry, L. (1995). Issues in distance learning. *International Journal of Educational Telecommunications, 1*(4), 337-365.

Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J. (Eds.). (2014). *Handbook of research on educational communications and technology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5

Βαλασίδου, Α. (2005). *Παράγοντες επιτυχίας προγραμμάτων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης με νέες τεχνολογίες* [Διδακτορική διατριβή]. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Γιαγλή, Σ., Γιαγλής, Γ., & Κουτσούμπα, Μ. (2010). Αυτονομία στην μάθηση στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. *Open Education-The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 6(1/2), 93-106.

Κόκκος, Α. (1998). Στοιχεία επικοινωνίας. Στο Α. Βεργίδης, Α. Λιοναράκης, Α. Λυκουργιώτης, Β. Μακράκης, & Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και Εξ αποστάσεως Εκπαίδευση* (Τόμος Β', σσ. 123-145). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Λιοναράκης, Α. (2001). Ανοιχτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Προβληματισμοί για μια ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Απόψεις και προβληματισμοί για την Ανοιχτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση* (σ. 33-52). Προπομπός.

Λιοναράκης, Α., & Παπαδημητρίου, Δ. (2002). Συγκριτική μελέτη ανοικτής εξ αποστάσεως & συμβατικής εκπαίδευσης: Προκαταρτικά δεδομένα της ποιότητας της μαθησιακής εμπειρίας. Στο Α. Δημητρακοπούλου (Επιμ.), *Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση: Πρακτικά 3ου συνεδρίου ΕΤΠΕ* (τόμος Β', σσ. 3-12). Καστανιώτης.

Ματραλής, Χ. (1999). Ιδιαίτερα εκπαιδευτικά "εργαλεία"-μέθοδοι. Στο Δ. Βεργίδης, Α. Λιοναράκης, Α. Λυκουργιώτης, Β. Μακράκης, & Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Τόμος Α': Θεσμοί και λειτουργίες* (σσ. 27-55). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Μαυροειδής, Η., Γκιόσος, Ι., & Κουτσούμπα, Μ. (2014). Επισκόπηση θεωρητικών εννοιών στην εκπαίδευση από απόσταση. *Open Education - The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, *10*(1), 88-100.

Νταραντούμης, Θ. (2007). *Αξιολόγηση εκπαιδευτικών διαδικασιών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση*.

Αποτίμηση ενός Πλαισίου Προετοιμασίας Μελλοντικών Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική

Σίμος Αναγνωστάκης
sanagn@uoc.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη περιγράφει την εφαρμογή μιας ερευνητικής παρέμβασης για την αρχική επιμόρφωση μελλοντικών εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ), συνδυάζοντας υβριδικά τη χρήση κιτ εκπαιδευτικών ρομπότ με ένα περιβάλλον προσομοίωσης. Η υιοθέτηση της ΕΡ στην εκπαιδευτική πολιτική και η ένταξή της στα προγράμματα σπουδών δημιουργεί νέες ανάγκες και προκλήσεις για την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών. Στόχος της παρέμβασης ήταν να μειώσει την επίδραση της έλλειψης προηγούμενων γνώσεων προγραμματισμού, εισάγοντας τους φοιτητές σε προσομοιωμένα περιβάλλοντα που επιτρέπουν ευελιξία ως προς τον χώρο, τον χρόνο και τον ρυθμό μάθησης. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο κλίμακας Likert και ανοιχτές ερωτήσεις, καταγράφοντας βελτιώσεις στις στάσεις και την αυτοεκτίμηση των συμμετεχόντων, αλλά και προτάσεις για βελτίωση.

Λέξεις κλειδιά: αρχική εκπαίδευση, βιωματική μάθηση, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, εκπαιδευτική ρομποτική, περιβάλλοντα προσομοίωσης

Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) έχει τη δυνατότητα να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην εκπαίδευση, με την προϋπόθεση αύξησης της προσέγγισης μέσω της μετάβασης από τις εξωσχολικές πρωτοβουλίες στις η ΕΡ έχει ευδοκιμήσει στην επίσημη εκπαίδευση (El-Hamamsy et al., 2021). Στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης ήδη από το 2007 εισάγουμε τους φοιτητές στην Εκπαιδευτική Ρομποτική με γενικό στόχο τον Τεχνολογικό και Επιστημονικό εγγραμματισμό των μελλοντικών εκπαιδευτικών.

Είναι γνωστό ότι η ΕΡ συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας θετικής στάσης για τις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Τεχνολογία και τη Μηχανική, αναπτύσσοντας δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, προγραμματισμού (coding) και της ομαδικής εργασίας (Ouyang & Xu, 2024). Χωρίς να παραλείπεται η συμβολή της στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (Atmatzidou & Demetriadis, 2016· Bers et al., 2014· Chen et al., 2017). Το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, εισήγαγε την Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και μάλιστα από το νηπιαγωγείο, από τη σχολική χρονιά 2020-2021, στο πλαίσιο του Άξονα Δημιουργώ και Καινοτομώ-Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία του Εργαστηρίου Δεξιοτήτων (Αρ. πρωτ. 118650/ΓΔ4, 22-9-2021). Ενώ από το 2022 η πρώην υπουργός παιδείας Νίκη Κεραμέως είχε αναγγείλει ένα τεράστιο έργο για την προμήθεια εξοπλισμού εκπαιδευτικής ρομποτικής για όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η επιτυχής εφαρμογή της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους εκπαιδευτικούς που θα κληθούν να την εφαρμόσουν σε μια σχολική τάξη (Gavrilas et al., 2024).

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση μιας εναλλακτικής πρότασης με χρήση κιτ ρομποτικής και ενός περιβάλλοντος προσομοίωσης της με στόχο την αναζήτηση των παραγόντων που αυξάνουν τις δεξιότητες που προσφέρει η ΕΡ στους μελλοντικούς

εκπαιδευτικούς και επηρεάζουν τη δήλωση ετοιμότητας τους σχετικά με την πρόκληση της χρήσης της. Βασικές παράμετροι για τη χρήση της ΕΡ στα σχολεία ως εκπαιδευτικού περιβάλλοντος είναι η ικανότητα του εκπαιδευτικού να δημιουργεί και να χρησιμοποιεί αυτό το περιβάλλον ως εργαλείο διδασκαλίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Khanlari, 2016· Valsamidis et al., 2022). Ένα από τα προβλήματα στην εισαγωγή των φοιτητών των παιδαγωγικών τμημάτων στην ΕΡ είναι η μεγάλη γνωστική απόσταση που πρέπει να καλύψουν και για να τη χρησιμοποιήσουν ως εργαλείο διερεύνησης και μάθησης (Anwar et al., 2019). Καθώς πρέπει να εισαχθούν στις γενικές έννοιες της ρομποτικής, στις έννοιες και στην τις δεξιότητες της κατασκευής, στις έννοιες και στις δεξιότητες του προγραμματισμού, να δοκιμάσουν προκλήσεις απλές, καθοδηγούμενες και ανοικτές. Στη συνέχεια να διδάξουν την ΕΡ και τελικά για να οδηγηθούν στο "Διδάσκω Διαθεματικά με τη χρήση της ΕΡ" ως εργαλείου μάθησης. Είναι απαραίτητο να διεξαχθεί περαιτέρω έρευνα σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την συναισθηματική ετοιμότητα και την αυτο-αποτελεσματικότητα των δασκάλων, προκειμένου να ενισχύουν την επαγγελματική τους εξέλιξη και να βελτιώσουν την ετοιμότητα και την στάση τους απέναντι στη διδασκαλία των STEM (Παπαγιαννοπούλου, 2022).

Θεωρητικό πλαίσιο

Η αρχική επιμόρφωση των μελλοντικών δασκάλων στην Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) έχει αναδειχθεί ως κρίσιμη συνιστώσα για την επιτυχή ένταξή της στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι περισσότερες παρεμβάσεις βασίζονται σε εργαστηριακά σεμινάρια με κιτ ρομποτικής, σχεδιασμό μικρών διδακτικών σεναρίων και μικροδιδασκαλίες (Alimisis et al., 2016· Anagnostakis, 2020· Tzagkaraki et al., 2021). Ερευνητικά ευρήματα συγκλίνουν στο ότι οι φοιτητές μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν θετικότερες στάσεις απέναντι στα STEM, ενισχύουν την αυτο-αποτελεσματικότητά τους στη χρήση τεχνολογικών εργαλείων και καλλιεργούν δεξιότητες συνεργασίας και υπολογιστικής σκέψης (Bers, 2020). Ωστόσο, η πλειονότητα των μελετών παραμένει επικεντρωμένη σε τεχνικές δεξιότητες και λιγότερο σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις και στην εφαρμογή σε πραγματικές σχολικές συνθήκες, ενώ η διάρκεια των παρεμβάσεων είναι συνήθως περιορισμένη (Drakatos & Stompou, 2023· Mury et al., 2022).

Το προτεινόμενο πλαίσιο απαντά σε αυτές τις προκλήσεις, προσφέροντας έναν υβριδικό σχεδιασμό που συνδυάζει προσομοίωση και hands-on δραστηριότητες, μειώνοντας τα εμπόδια που σχετίζονται με τον εξοπλισμό και τον χρόνο, ανταποκρίνεται στο θετικό μαθησιακό μοντέλο που υποστηρίζεται στη βιβλιογραφία (Brender et al., 2021). Η κλιμακωτή δομή του ("μαθαίνω για-διδάσκω την-διδάσκω με την ΕΡ") δίνει έμφαση τόσο στην τεχνική εξοικείωση όσο και στη διδακτική αξιοποίηση της ρομποτικής, ευθυγραμμίζοντας το πλαίσιο με τις αρχές του μοντέλου της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΤΠΓΠ-TPACK) και της υπολογιστικής σκέψης. Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλει ουσιαστικά στη γεφύρωση του χάσματος ανάμεσα στη θεωρητική κατάρτιση των μελλοντικών δασκάλων και την πρακτική εφαρμογή της ΕΡ στην πρωτοβάθμια τάξη, προσφέροντας μια προσιτή και βιώσιμη πρόταση επιμόρφωσης (Eguchi, 2023).

Η προσέγγιση της Ε.Ρ. μέσα από το γενικότερο πλαίσιο του μοντέλου της ΤΠΓΠ συνάδει περισσότερο με την προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών κατά τις προπτυχιακές τους σπουδές (Voogt et al., 2013· Αναγνωστάκης & Φαχαντίδης, 2014), οι οποίοι δεν έχουν ακόμη σχηματίσει διδακτικά μοντέλα και δομές, οι οποίες θα τους εμπόδιζαν να ακολουθήσουν την ενιαία ΤΠΓΠ και ούτε έχουν ολοκληρώσει την επιστημονική γνώση του περιεχομένου των γνωστικών αντικειμένων. Παρόλα αυτά, ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η ταυτόχρονη προσέγγιση των τριών πεδίων της ΤΠΓΠ δεν είναι κάτι εύκολο

για τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (Τζαβάρα & Κόμης, 2010). Η σταδιακή μετάβαση από της ΕΡ ως γνωστικό αντικείμενο στην χρήση της ως γνωστικό-μαθησιακό εργαλείο οδηγεί σε πιο αποτελεσματικά προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης (Yildiz Durak et al., 2022).

Το παιδαγωγικό πλαίσιο-Σχεδιασμός περιβάλλοντος

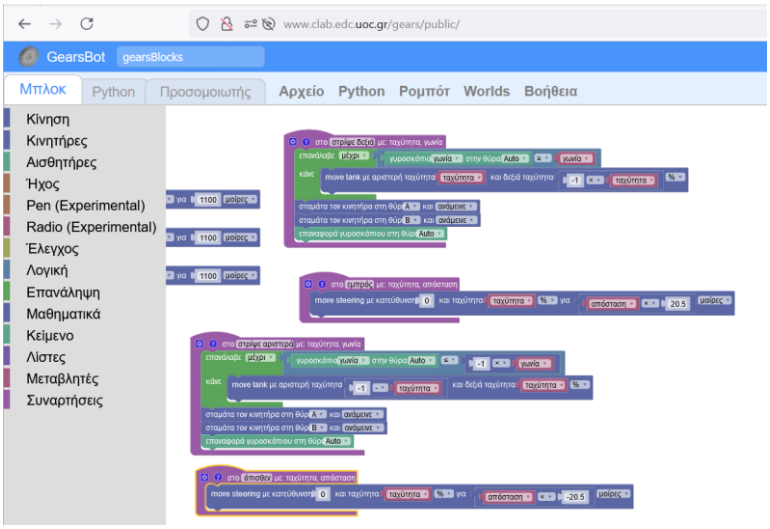
Για να σχεδιάσουμε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης (σεμινάριο) που να ενσωματώνει την ΕΡ στην αρχική εκπαίδευση δασκάλων, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις αντιλήψεις των δασκάλων για την αυτο-αποτελεσματικότητα και τη διάθεσή τους να ενσωματώσουν την ΕΡ στις διδακτικές τους πρακτικές (Jaipal-Jamani, 2023· Jaipal-Jamani & Angeli, 2017). Επιδιώξαμε να μειώσουμε την επίδραση της έλλειψης προηγούμενων γνώσεων προγραμματισμού με την προσθήκη περιβαλλόντων προσομοίωσης ως αρχική εισαγωγή στο σεμινάριο εισάγοντας μια ευελιξία των φοιτητών ως προς τον χώρο, τον χρόνο και τον ρυθμό μάθησής τους.

Το εκπαιδευτικό υλικό

Το GearsBot (https://gears.aposteriori.com.sg/) είναι μια ανοικτή διαδικτυακή πλατφόρμα 3Δ ρομποτικής και προγραμματισμού, σχεδιασμένη για να διδάσκει μαθητές σχετικά με τη ρομποτική και τον προγραμματισμό σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον (Σχήμα 1). Είναι ιδιαίτερα προσανατολισμένη σε εκπαιδευτικούς σκοπούς και προσφέρει μια σειρά από χαρακτηριστικά που την καθιστούν χρήσιμη για την εκπαίδευση μαθητών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων. Κύρια Χαρακτηριστικά:

- Γλώσσες Προγραμματισμού: Το GearsBot υποστηρίζει προγραμματισμό με block-based coding και Python. Αυτή η προσέγγιση καθιστά την πλατφόρμα προσβάσιμη τόσο σε αρχάριους, όσο και σε πιο προχωρημένους χρήστες, δίνοντάς τους την ευκαιρία να μάθουν προγραμματισμό σε διαφορετικά επίπεδα.
- Εκπαιδευτική Εστίαση: Η πλατφόρμα χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης και των αρχών της ρομποτικής. Περιλαμβάνει διάφορες προκλήσεις και ασκήσεις, όπως πλοήγηση σε λαβύρινθο, ακολουθία γραμμών και αλληλεπίδραση με εικονικούς αισθητήρες όπως αισθητήρες χρώματος, υπερήχων και αφής.
- Προσομοιωμένο Περιβάλλον: Οι χρήστες μπορούν να δοκιμάσουν τον κώδικά τους σε έναν προσομοιωτή που προσομοιώνει τη φυσική συμπεριφορά των ρομπότ, βοηθώντας να κατανοήσουν, πώς τα ρομπότ αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους και την σημασία της ακρίβειας στον προγραμματισμό.

Για την προσαρμογή στις ανάγκες του σεμιναρίου έγινε τοπική εγκατάσταση του περιβάλλοντος προσομοίωσης στην θέση https://robolab.edc.uoc.gr/gears/.



Σχήμα 1. Το περιβάλλον προσημείωσης GearsBot

Είναι ένας ικανός προσομοιωτής που υποστηρίζει Blockly και Python. Ο δημιουργημένος κώδικας Python μπορεί να εκτελεστεί σε ένα φυσικό ρομπότ Lego® Mindstorm EV3 που τρέχει ev3dev ή Pybricks. Οι έμπειροι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναπτύξουν αυθεντικούς κόσμους προσαρμοσμένους στις διδακτικές τους ανάγκες ή να διαμορφώσουν το δικό τους ρομπότ. Το περιεχόμενο του σεμιναρίου περιλάμβανε τρία κύρια στάδια με διαφορετικές δραστηριότητες και εφαρμογές:

1. Μαθαίνω για την Εκπαιδευτική Ρομποτική 6 εβδομάδες.
2. Διδάσκω την Εκπαιδευτική Ρομποτική 4 εβδομάδες.
3. Διδάσκω με την Εκπαιδευτική Ρομποτική 2 εβδομάδες.

Πίνακας 1. Το περιεχόμενο του σεμιναρίου

1η εβδ	1ο πρόγραμμα στο GearsBot: Εισαγωγή κ Κινήσεις	Χρήση περιβάλλοντος προσομοίωσης GearsBot
2η εβδ	2η εργασία στο GearsBot Τετράγωνο 3η εργασία στο GearsBot: Ορθή γωνία	
3η εβδ	1η πρόκληση- GearsBot: Μετακίνηση κύβων	
4η εβδ	2η πρόκληση-GearsBot: Συναρτήσεις 3η πρόκληση: προετοιμασία "Ακολούθησε τη γραμμή"	
5η εβδ	4η πρόκληση: "Ακολούθησε τη γραμμή" με ένα αισθητήρα 5η πρόκληση: "Ακολούθησε τη γραμμή" με δύο αισθητήρες	
6η εβδ	Χρήση απτών ρομποτικών κατασκευών Ev3, (ατομικά ημερολόγια)	
7η εβδ	Διαγωνισμός: "Βρες το πλησιέστερο αντικείμενο γύρω σου", (ατομικά ημερολόγια)	
8η εβδ	Διαγωνισμός: " Διαλογή φυτών φράουλας", (ατομικά ημερολόγια)	
9η εβδ	Διαγωνισμός: Κατασκευή μαχητή SUMO, (ατομικά ημερολόγια)	Χρήση απτών ρομποτικών κατασκευών
10η εβδ	Προετοιμασία "Διδάσκω Εκπ. Ρομποτική", (φύλλα εργασίας)	
11η εβδ	επίσκεψη σχολείου, (φύλλα εργασιών ομάδων μαθητών, ρουμπρίκες παρατήρησης)	
12η εβδ	επίσκεψη σχολείου, (φύλλα εργασιών ομάδων μαθητών, ρουμπρίκες παρατήρησης)	
13η εβδ	Επανέλεγχος γνώσεων προγραμματισμού. Ανάθεση και προετοιμασία ατομικών εργασιών	

Σκοπός

Οι γενικότεροι άξονες της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις των επιμορφούμενων μελλοντικών εκπαιδευτικών αναφορικά με τις εντυπώσεις τους από τη συμμετοχή τους στο παρόν σεμινάριο "Εκπαιδευτική Ρομποτική", καθώς και η αποδοχή ενός περιβάλλοντος προσομοίωσης στο περιεχόμενο του σεμιναρίου. Με στόχους:

- Βελτίωση των αντιλήψεων των μελλοντικών δασκάλων για την ΕΡ.
- Μείωση της ουδετερότητας στις απόψεις τους σχετικά με την τεχνολογία.
- Βελτίωση της αυτοεκτίμησή τους και της προθυμία τους να ενσωματώσουν την τεχνολογία στις διδακτικές τους πρακτικές.
- Επισήμανση της σημασίας της αναστοχαστικής διαδικασίας για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ταυτότητα έρευνας-δείγμα

Στο σεμινάριο συμμετείχαν 20 φοιτήτές/τριες, σε δέκα ομάδες των δύο μελών. Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν τυχαία από ένα αυτόματο σύστημα επιλογής σεμιναρίων. Συμπληρώθηκαν 16 ερωτηματολόγια τέλους (80%).

Μεθοδολογία έρευνας

Χρησιμοποιήθηκε η ηλεκτρονική πλατφόρμα μάθησης του πανεπιστημίου (https://elearn.uoc.gr/) για την καταγραφή των συναντήσεων με ατομικά ημερολόγια και μια ποσοτική προσέγγιση με την συμπερίληψη ενός ερωτηματολογίου στο τέλος για τη συλλογή δεδομένων. Τα ημερολόγια συλλέχθηκαν μετά από κάθε παρέμβαση, με στόχο την αξιολόγηση των αλλαγών στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων. Οι λεπτομέρειες της συλλογής δεδομένων περιλαμβάνουν: α) αξιολόγηση ποιότητας του σεμιναρίου, β) αξιολόγηση στόχων σεμιναρίου, γ) αυτοεκτίμηση απέναντι στην ΕΡ, δ) αυτοεκτίμηση στην χρήση της ΕΡ, ε) ερωτήματα σχετικά με τις γενικές εντυπώσεις του σεμιναρίου και στ) θέματα που δεν τα κάλυψε το σεμινάριο.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των απαντήσεων στο τελικό ερωτηματολόγιο (N = 16) κατέδειξε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες αξιολόγησαν θετικά την εμπειρία τους στο σεμινάριο. Τα ευρήματα από την ανάλυση των ερωτηματολογίων δείχνουν:

Πίνακας 2. Βελτίωση των αντιλήψεων των μελλοντικών δασκάλων για την ΕΡ

Αντιλήψεις μελλοντικών δασκάλων για την ΕΡ	*M*	*SD*
Εξοικείωση με τις εντολές και τις δομές προγραμματισμού.	3,9	0,9
Εξοικείωση με την βελτίωση, αλλαγή /επέκταση κώδικα.	3,3	1,1
Εξοικείωση με αρχές λειτουργίας, υλικά κινητήρες, αισθητήρες	3,2	1,2
Εξοικείωση με την κατασκευή ενός ρομπότ με οδηγίες (πχ βίντεο).	4,1	0,7
Εξοικείωση με την κατασκευή -συναρμολόγηση ρομπότ.	3,9	0,9
Εξοικείωση με την βελτίωση της κατασκευής ενός ρομπότ.	4,0	0,8

Βελτίωση καταγράφηκε στον βασικό προγραμματισμό (3,9) στην κατασκευή (3,9), και βελτίωση της κατασκευής (4,1), Χαμηλότερη βαθμολογία δόθηκε στις αρχές λειτουργίας του υλικού "Εξοικείωση με αρχές λειτουργίας, υλικά κινητήρες, αισθητήρες" (3,2).

Πίνακας 3. Μείωση της ουδετερότητας στις απόψεις τους σχετικά με την τεχνολογία

Απόψεις τους σχετικά με την τεχνολογία	*M*	*SD*
Κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών των ρομπότ.	3,9	1,0
Ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος.	3,6	1,0
Εξοικείωση με την δημιουργία και παρουσίαση των έργων της ομάδας (ημερολόγια, φωτογραφίες, βίντεο, τελική εργασία)	3,9	1,2
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας του ζεύγους υλικού/λογισμικού.	2,9	1,1
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας στα Μαθηματικά	3,4	1,2
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας στην Πληροφορική	3,8	1,1
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας στη Μελέτη Περιβάλλοντος	3,4	1,4
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας στην Ιστορία	2,8	1,3
Κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας στα Εικαστικά.	2,9	1,4

Βελτίωση καταγράφηκε στην "κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών των ρομπότ" (3,9) στην εξοικείωση ομαδικών έργων(3,9), και στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (3,6), Χαμηλότερη βαθμολογία δόθηκε στην κατανόηση "μαθησιακής λειτουργίας λογισμικού/υλικού" (2,9).

Πίνακας 4. Βελτίωση της αυτοεκτίμησής τους και της προθυμίας τους να ενσωματώσουν την τεχνολογία στις διδακτικές τους πρακτικές.

Βελτίωση της αυτοεκτίμησής και της ενσωμάτωσης	*M*	*SD*
Το να χρησιμοποιώ επαρκώς την ΕΡ με κάνει να αισθάνομαι ικανη/ός και σημαντική/ός.	3,6	1,2
Γιατί αυτό θα κάνει το αντικείμενο των σπουδών μου πιο ενδιαφέρον.	3,6	1,1
Πιστεύω ότι καλύτερη γνώση της ΕΡ αυξάνει τις ικανότητές μου ως παιδαγωγού	3,6	1,0
Γιατί, στην εποχή μας, θα πρέπει να χρησιμοποιούμε την ΕΡ στην εκπαίδευση.	3,9	0,9
Μπορώ να διδάξω την ΕΡ σαν ξεχωριστό αντικείμενο στο σχολείο.	2,9	1,1
Μπορώ να ενσωματώσω την ΕΡ στον διδακτικό μου σχεδιασμό.	3,4	1,1
Μπορώ να χρησιμοποιώ έτοιμα διδακτικά σενάρια με ΕΡ για την διδασκαλία άλλων αντικειμένων (μαθηματικά, γλώσσα, φυσική κ.α.).	3,8	1,2
Μπορώ να τροποποιώ έτοιμα διδακτικά σενάρια ΕΡ για τους δικούς μου διδακτικούς στόχους (μαθηματικά, γλώσσα, φυσική κ.α.).	3,8	1,0
Μπορώ να σχεδιάζω διδακτικά σενάρια κάνοντας χρήση του ΕΡ για την διδασκαλία άλλων αντικειμένων (μαθηματικά, γεωγραφία, φυσική, κ.α.).	3,5	1,3
Μπορώ να επιλέξω έτοιμες δραστηριότητες και κατασκευές σύμφωνες με τους στόχους του μαθήματος	3,8	1,0
Μπορώ βλέποντας μια έτοιμη δραστηριότητα ΕΡ της να εκτιμώ σε ποιους στόχους και ποια μαθήματα μπορεί να ενταχθεί.	3,7	1,1
Μπορώ να τροποποιώ μια έτοιμη κατασκευή ώστε να υλοποιεί ευρύτερους ή παραπλήσιους στόχους με τους αρχικούς.	3,3	1,0
Έχοντας τους στόχους του μαθήματος μπορώ να σχεδιάσω και να κατασκευάσω ένα ρομπότ κατάλληλο να τους εξυπηρετήσει.	3,4	1,1

Βελτίωση καταγράφηκε στην χρήση επιλογή έτοιμων διδακτικών σεναρίων (3.8), στη χρήση (3,8) και στην τροποποίησή τους (3,8). Χαμηλότερη βαθμολογία δόθηκε στην εφαρμογή "Μπορώ να διδάξω την ΕΡ σαν ξεχωριστό αντικείμενο στο σχολείο" (2,9). Η δήλωση "Στην εποχή μας πρέπει να χρησιμοποιούμε ΕΡ στην εκπαίδευση" έλαβε την υψηλότερη βαθμολογία (3,9). Η συσχέτιση Pearson μεταξύ "αυτοεκτίμησης" και "πρόθεσης ένταξης" ήταν r = 0,631 (σοβαρή ένδειξη συσχέτισης).

Πίνακας 5. Επισήμανση της σημασίας της αναστοχαστικής διαδικασίας για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία

Αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας	*M*	*SD*
Είμαι σε θέση να βοηθήσω τους μαθητές να αναζητούν πληροφορίες σχετικές με ΕΡ.	3,4	1,2
Μπορώ να πειραματιστώ, με τους μαθητές μου, σε εργασίες με ΕΡ.	3,5	1,2
Είμαι σε θέση να επιλύσω τεχνικά προβλήματα στην ΕΡ	3,2	1,2
Όταν παρουσιάζονται τεχνικά προβλήματα, είμαι σε θέση να καθοδηγήσω τους μαθητές μου ώστε να τα αντιμετωπίσουν αλληλοβοηθούμενοι.	3,1	1,0
Η ΕΡ αποτελεί ουσιαστικά μια επιπλέον πηγή άγχους που αντιμετωπίζω όταν πρέπει να τη χρησιμοποιήσω στην τάξη.	3,1	1,2

Αν και καταγράφηκε θετική στάση στον πειραματισμό (3,5) και τη βοήθεια προς τους μαθητές (3,4), η τεχνολογία εξακολουθεί να είναι μια σχετική πηγή άγχους.

Πίνακας 6. Αξιολόγηση ποιότητας σεμιναρίου

Γενικές εντύπωσης σεμιναρίου	M	SD
Επίτευξη στόχων σεμιναρίου	**3,4**	***0,6***
Ικανοποίηση από το σεμινάριο	**3,7**	***0,5***
Διδάσκων	**4,0**	***0,4***
Ποιότητα υλικού	**4,0**	***0,3***
Συνεργασία στις ομάδες	**4,5**	***0,5***
Επιλογή παρόμοιου μαθήματος	**3,9**	***1,1***
Πρόταση σε συμφοιτητές/ριες	**4,2**	***0,8***

Θετική στάση καταγράφηκε στη "Συνεργασία στις ομάδες" (4,5) και στο υλικό (4,0), Η αποδοχή του σεμιναρίου ήταν στο 3,7 και του διδάσκοντα στο 4.0.

Στα ερωτήματα σχετικά με τις γενικές εντυπώσεις του σεμιναρίου -ανοικτές ερωτήσεις- ως καλύτερα χαρακτηριστικά του σεμιναρίου οι εμπλεκόμενοι τόνισαν ότι "*ήταν ένα ενδιαφέρον μάθημα*", "*κάτι διαφορετικό στα 4 χρόνια της σχολής*", "*νέο αντικείμενο*", "*δημιουργικό*", "*διασκεδαστικό*", "*γνωρίσαμε τον κόσμο της ρομποτικής*", "*η συνεργασία με άλλους φοιτητές*", "*η ενασχόληση με την κατασκευή και τον προγραμματισμό*", "*η δυνατότητα να εμβαθύνω στο εικονικό περιβάλλον*", "ήρθαμε σε επαφή με μαθητές και είδαμε πως μπορούμε να κατευθύνουμε τους μαθητές σχετικά με μια δική μας νέα γνώση αλλά και με τη ρομποτική γενικότερα", "*ήταν ένα απόλυτα βιωματικό σεμινάριο*", "*σημαντική η συμβολή του GearsBot*". Ως αρνητικά χαρακτηριστικά του σεμιναρίου οι εμπλεκόμενοι τόνισαν την "*έλλειψη χρόνου, χρειάζεται χρόνο και περισσότερη τριβή με το ρομπότ*", "*δεν υπήρχε μια βασική επεξήγηση ώστε να διευρύνουμε τις γνώσεις μας γρηγορά*", "πολλές φορές δεν υπήρχε επαρκής καθοδήγηση", "προβλήματα υλικού", "*έγιναν πολλά εκπαιδευτικά γνωστικά άλματα, τα οποία διατάραξαν τη ροή της εκπαιδευτικής διαδικασίας*", "*Δύσκολη ύλη*", "*δεν ήταν όλα κατανοητά*". Στην ανοικτή ερώτηση "θέματα που δεν τα κάλυψε το σεμινάριο", σημείωσαν ότι "*θα ήθελαν περισσότερα διαθεματικά σχέδια διδασκαλίας για την ένταξη της ΕΡ στην εκπαιδευτική διαδικασία*", "*περισσότερα παραδείγματα για το λογισμικό και περισσότερες μικρές προκλήσεις*", "*την εμβάθυνση στο προγραμματιστικό περιβάλλον και την εφαρμογή του στην τάξη*".

Περιορισμοί

Το δείγμα της μελέτης αποτελείτο μόνο από φοιτήτές/τριες ενός τμήματος, ως εκ τούτου, προτείνεται ότι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να χρησιμοποιούν μεγαλύτερο δείγμα από

περισσότερα παιδαγωγικά τμήματα με τη χρήση ισχυρότερων στατιστικών αναλύσεων, επιτρέποντας έτσι τη γενίκευση των ευρημάτων.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Απαντώντας στους σκοπούς της έρευνας και από τη μελέτη των αποτελεσμάτων, υποστηρίζουμε ότι τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου σεμιναρίου με την ενσωμάτωση ενός περιβάλλοντας προσομοίωσης επηρέασαν θετικά τις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών (Πίνακας 2) για τα οφέλη της ενσωμάτωσης της ΕΡ στις μελλοντικές τους διδακτικές πρακτικές συμφωνώντας με τους Sila et al. (2024). Μία σοβαρή ένδειξη συσχέτισης μεταξύ αυτοεκτίμησης (Πίνακας 4) και πρόθεσης ένταξης (Πίνακας 5) υποδηλώνει ότι η ενίσχυση της αυτοπεποίθησης είναι κρίσιμος παράγοντας.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι το σεμινάριο συνέβαλε ουσιαστικά στη βελτίωση της ικανοποίησης των συμμετεχόντων, στην ανάπτυξη θετικής στάσης (Πίνακας 6) απέναντι στην Εκπαιδευτική Ρομποτική και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους στη χρήση της. Οι μέσοι όροι (*M*) κυμαίνονται από "Μέτρια" έως "Πολύ", ενώ η τυπική απόκλιση (*SD*) παραμένει σχετικά χαμηλή, γεγονός που υποδηλώνει ομοιογένεια στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων. Αυτό συμφωνεί με ευρήματα προηγούμενων μελετών που καταδεικνύουν ότι η συστηματική επιμόρφωση φοιτητών-εκπαιδευτικών ενισχύει την αυτο-αποτελεσματικότητα, την πρόθεση ένταξης της ΕΡ στην τάξη (Πίνακας 4) και την καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας και επίλυσης προβλημάτων.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση βιωματικών δραστηριοτήτων hands-on σε συνδυασμό με την καθοδήγηση και τον αναστοχασμό φαίνεται να λειτουργεί ως σημαντικός παράγοντας επιτυχίας, όπως έχει τεκμηριωθεί και σε πρόσφατες έρευνες (Ouyang & Xu, 2024). Η συγκεκριμένη προσέγγιση ανταποκρίνεται στις προκλήσεις που έχουν αναδειχθεί στη βιβλιογραφία, όπως ο περιορισμένος χρόνος, η έλλειψη εξοικείωσης των εκπαιδευτικών με παιδαγωγικά μοντέλα χρήσης της ρομποτικής και η ανάγκη χαμηλού κόστους και βιώσιμων λύσεων(Drakatos & Stompou, 2023). Κατά συνέπεια, το προτεινόμενο πλαίσιο επιμόρφωσης αναδεικνύει τη σημασία μιας κλιμακωτής δομής που συνδυάζει τεχνικές και παιδαγωγικές διαστάσεις, παρέχοντας ένα χρήσιμο μοντέλο για την ένταξη της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Στο περιβάλλον GearsBot οι φοιτητές/τριες είχαν τη δυνατότητα να πειραματιστούν με το εικονικό ρομπότ και με τις προκλήσεις που τέθηκαν είχαν τη δυνατότητα να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους στον προγραμματισμό χωρίς περιορισμούς χώρου και χρόνου. Η εμπειρία της ενσωμάτωσης της ΕΡ στο αναλυτικό πρόγραμμα των παιδαγωγικών τμημάτων προσφέρει πολλαπλά οφέλη και η συμμετοχή στη διαδικασία αναστοχασμού σχεδιασμού υποθετικών μαθησιακών σεναρίων επέτρεψαν την βελτίωση της αυτοεκτίμησης τους, καθώς και την προθυμία τους (Πίνακας 3) να ενσωματώσουν την ΕΡ στις διδακτικές τους πρακτικές (Gavrilas & Kotsis, 2024). Όπως αναδείχθηκε από τις ανοικτές ερωτήσεις , η αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής δεν θα πρέπει να περιορίζεται αποκλειστικά σε STEM γνωστικά αντικείμενα, αλλά μπορεί να συμβάλει και στη βελτίωση των μαθησιακών εμπειριών σε πεδία όπως η γλώσσα, η λογοτεχνία και η ιστορία (Parola et al., 2021).

Τα χαμηλότερα σκορ στην κατανόηση της μαθησιακής λειτουργίας λογισμικού/υλικού (Πίνακας 3) δείχνουν ανάγκη για ενίσχυση της τεχνικο-παιδαγωγικής διασύνδεσης. Παράλληλα, η διαχείριση χρόνου και η καθοδήγηση αποτελούν κρίσιμους άξονες βελτίωσης. Γενικά οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας δηλώνουν δυσκολία σε θέματα προγραμματισμού (Gavrilas et al., 2024) και η εισαγωγή μαθημάτων προγραμματισμού δεν πρέπει να υποτιμηθεί καθώς βελτιώνει σημαντικά το βαθμό ετοιμότητάς τους.

Μελλοντικές κατευθύνσεις

Επόμενο στάδιο αυτής της συνεχιζόμενης έρευνας είναι η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων από τις διαδοχικές ετήσιες εφαρμογές της. Μια πρόταση για μια μελλοντική έρευνα θα ήταν η χρήση ψηφιακών εργαλείων προσομοίωσης σε συνδυασμό με υλικά χαμηλού κόστους που θα ήταν εύκολο να προμηθευτούν τα σχολεία, να εμπνεύσουν δασκάλους και να αποτελέσουν ένα πυλώνα νέων σχολικών πρακτικών και διδακτικών υλικών, δίνοντας μια ελπιδοφόρα χροιά για εναλλακτικές και καινοτόμες διδασκαλίες που είναι επιτακτικές λόγω της αυξανόμενης εξέλιξης και χρήσης της τεχνολογίας στην καθημερινότητα μας.

Αναφορές

Alimisis, D., Moro, M., & Menegatti, E. (2016). *Educational robotics in the makers era*. Springer.

Anagnostakis, S. (2020). Research and planning a framework for pre-service primary education teachers in educational robotics. In A. Dimitriadou, E. Griva, A. Lithoxoidou, & A. Amprazis (Eds.), *Electronic Proceedings of the Education Across Borders 2018 Conference. Education in the 21st Century: Challenges and Perspectives* (pp. 27-37). University of Western Macedonia.

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 9*(2), 19-34. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems, 75*, 661-670. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008

Bers, M. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003022602

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education, 72*, 145-157. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020

Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021). *Investigating the role of educational robotics in formal mathematics education: The case of geometry for 15-year-old students*. arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.10925

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education, 109*, 162-175. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001

Drakatos, N., & Stompou, E. (2023). The perspective of STEM education through the usage of Robotics. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 18*, 901-913. https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.18.3.1146

Eguchi, A. (2023). Revisiting the pedagogy of educational robotics. In R. Balogh, D. Obdržálek, & E. Christoforou (Eds.), *Robotics in education* (pp. 81-92). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38454-7_8

El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Chevalier, M., Roy, D., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021). The symbiotic relationship between educational robotics and computer science in formal education. *Education and Information Technologies, 26*(5), 5077-5107. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10494-3

Gavrilas, L., & Kotsis, K. T. (2024). Investigating perceptions of primary and preschool educators regarding incorporation of educational robotics into STEM education. *Contemporary Mathematics and Science Education, 5*(1), ep24003. https://doi.org/10.30935/conmaths/14384

Gavrilas, L., Kotsis, K. T., & Papanikolaou, M.-S. (2024). Assessing teacher readiness for educational robotics integration in primary and preschool education. *Education 3-13, 0*(0), 1-17. https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2300699

Jaipal-Jamani, K. (2023). Preservice teachers' science learning and self-efficacy to teach with robotics-based activities: Investigating a scaffolded and a self-guided approach. *Frontiers in Education, 8*, 1-17. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.979709

Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology, 26*(2), 175-192. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z

Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education, 41*(3), 320-330. https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106

Mury, S. R., Negrini, L., Assaf, D., & Skweres, M. (2022). How to support teachers to carry out educational robotics activities in school? The case of Roteco, the Swiss robotic teacher community. *Frontiers in Education, 7*, 1-12. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.968675

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education, 11*(1), 7. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Parola, A., Vitti, E. L., Sacco, M. M., & Trafeli, I. (2021). Educational robotics: From structured game to curricular activity in lower secondary schools. In D. Scaradozzi, L. Guasti, M. Di Stasio, B. Miotti, A. Monteriù, & P. Blikstein (Eds.), *Makers at school, educational robotics and innovative learning environments* (pp. 223-228). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_29

Silva, R., Costa, C., & Martins, F. (2024). Pre-service teachers' perceptions towards integrating educational robotics in the primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(4), em2419. https://doi.org/10.29333/ejmste/14356

Tzagkaraki, E., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the use of educational robotics in primary school and its possible place in the curricula. In M. Malvezzi, D. Alimisis, & M. Moro (Eds.), *Education in & with robotics to foster 21st-century skills* (pp. 216-229). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19

Valsamidis, S., Florou, G., Anastasiadou, S., & Mandilas, A. (2022). Educational robotics as a teaching tool of information technology in the primary education. *Proceedings of the 13th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 9806–9816). IATED. https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1984

Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge-a review of the literature. *Journal of Computer Assisted learning, 29*(2), 109-121.

Yildiz Durak, H., Atman Uslu, N., Canbazoğlu Bilici, S., & Güler, B. (2022). Examining the predictors of TPACK for integrated STEM: Science teaching self-efficacy, computational thinking, and design thinking. *Education and Information Technologies*. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11505-7

Αναγνωστάκης, Σ., & Φαχαντίδης, Ν. (2014). Διερεύνηση για σχεδιασμό κατάλληλου πλαισίου προετοιμασίας των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην εκπαιδευτική ρομποτική. Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης, & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), Πρακτικά *9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"*, (σσ. 468-476). ΕΤΠΕ.

Παπαγιαννοπούλου, Θ. (2022). *Ετοιμότητα των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για την εφαρμογή δραστηριοτήτων STEM: Γνωστική και συναισθηματική διάσταση* [Μεταπτυχιακή εργασία]. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/27258

Τζαβάρα, Α., & Κόμης, Β. (2010). Ενσωμάτωση της Παιδαγωγικής Γνώσης στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων με ΤΠΕ. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών, 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση"* (τόμος ΙΙ, σσ. 287-294). ΕΤΠΕ. http://korinthos.uop.gr/~hcicte10/proceedings/117.pdf

4. Διδακτική Τεχνητής Νοημοσύνης και Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής

Teaching Introduction to Programming in the Times of AI: A Case Study of a Course Redesign

Nikolaos Avouris[1], Kyriakos Sgarbas[1], George Caridakis[2], Christos Sintoris[3]

avouris@upatras.gr, sgarbas@upatras.gr, gcari@aegean.gr, sintoris@upatras.gr

[1]Hellenic Open University/Department of Electrical and Computer Engineering, University of Patras

[2]Hellenic Open University/Department of Cultural Technology and Communication, University of the Aegean

[3]Department of Electrical and Computer Engineering, University of Patras

Abstract

The integration of AI tools into programming education has become increasingly prevalent in recent years, transforming the way programming is taught and learned. This paper provides a review of the state-of-the-art AI tools available for teaching and learning programming, particularly in the context of introductory courses. It highlights the challenges on course design, learning objectives, course delivery and formative and summative assessment, as well as the misuse of such tools by the students. We discuss ways of re-designing an existing course, re-shaping assignments and pedagogy to address the current AI technologies challenges. This example can serve as a guideline for policies for institutions and teachers involved in teaching programming, aiming to maximize the benefits of AI tools while addressing the associated challenges and concerns.

Keywords: AI tools, Introduction to Programming, learning objectives

Introduction

The rapid advancements in Artificial Intelligence (AI) have brought transformative changes across numerous fields, including education. In particular, the teaching of introductory programming—long framed around traditional lectures, guided exercises, and manual grading—is being reshaped by AI-powered tools that offer real-time feedback, automate code generation and evaluation, generate instructional content, and provide adaptive learning experiences. Tools such as GitHub Copilot, ChatGPT, and numerous AI-based tutoring systems are drastically changing how students learn to program and how instructors design, deliver, and assess their courses. This paper explores the impact of AI tools on teaching and learning of introduction to programming, outlines the corresponding shifts in educational objectives and pedagogical considerations, and proposes through a case study, a set of good practices for institutions and instructors. The paper is structured as follows: First we review relevant literature and available tools and technologies. Then we outline the challenges in re-shaping a typical Introductory to Programming course. Next, we describe the current design and delivery of such a course and proceed with proposal for its re-design. Finally, we look into the future of institutional policies and guidelines for such transformation, aiming to support the didactics of informatics in a rapidly evolving technological landscape.

Literature review and current technological background

Today, there is a significant number of AI tools that can support or enhance learning of introductory programming. There are tools based on AI technology for code generation and

evaluation, like ChatGPT or GPT-4 (OpenAI), and many other similar tools. These have been used to answer conceptual questions, offer explanations, and help debug or refactor code through natural language interactions. Similarly, GitHub Copilot (OpenAI Codex) has been used to suggest code completions, function implementations, and even entire modules based on prompts in the editor. In addition, many experiments have been made to develop Conversational AI and Virtual Tutors, Intelligent Tutoring Systems (ITS) that tailor exercises to learners' needs and offer hints or scaffolded guidance when students need it (Chen et al. 2022; Er et al. 2024; Finn et al. 2023; Gabbay & Cohen, 2022; Wang et al. 2023). More relevant to introductory to programming, recent work by Diamantopoulos et al. (in press) provides a concrete example of how Large Language Models, specifically GPT-4, can be leveraged to deliver formative feedback in a first-year programming course. Crucially, the authors highlight potential pitfalls, such as the risk of over- or under-grading edge cases and the need for robust grading rubrics to guide the AI's evaluation process. These findings align closely with the concerns raised in other recent studies on AI-assisted programming instruction and gradings (e.g., Golchin et al., 2025; Nagakalyani et al. 2025; Prather et al., 2023) and support the broader call for rethinking assessment strategies, academic integrity policies, and faculty training to accommodate AI-driven teaching tools.

To address these concerns, Bozkurt et al. (2024) proposed a manifesto for teaching and learning in a time of AI. In this, they advocate for critical and reflective pedagogy on AI use and role, reformulation of traditional assessment methods, disclosure of AI involvement in assignments and assessments and call for curricula that not only integrate AI as a learning tool but also prepare students to take a critical stance towards AI. These ideas are relevant to Programming courses, where there is the danger of students offloading critical thinking and problem-solving tasks and not developing fundamental required skills. As Risko and Gilbert (2016) have observed, cognitive offloading can even be beneficial to learning, if tools are used for routine tasks, enabling students to focus on higher-level problem solving and creative tasks. Such an example being support for syntactic aspects of coding. However today there is a danger of over-reliance on external aids that may lead to shallow learning, so there is a need for updated pedagogical policies that address the balance of AI benefits without undermining the deeper learning process. Along these lines, Tan et al. (2025) examine the dual role of AI in computer science education, emphasizing that current technologies are both powerful tools for enhancing programming productivity while they acknowledge the danger of students becoming overly reliant on automated solutions, without internalizing core programming concepts. They suggest adaptation of curricula that integrate AI modules and propose balanced assessment practices based on clear academic integrity policies.

Finally, Garcia (2025) conducted a review of literature on the use of ChatGPT in teaching and learning computer programming, identifying both pedagogical opportunities and challenges associated with generative AI technologies. The review concludes that while ChatGPT can support novice programmers through immediate code generation, explanation, and debugging assistance, it also risks fostering overreliance, potentially undermining the development of foundational computational thinking and problem-solving skills. Garcia highlights a shift in the instructional landscape where educators must balance AI-enhanced support with the cultivation of core programming competencies. Among the key recommendations are the integration of AI literacy into curricula, the redesign of assessments to focus on higher-order thinking, and the promotion of reflective practices to ensure students understand -not just use- code. These conclusions underscore the urgency for programming courses to be restructured to encourage computational thinking and abstraction.

Instructional design for the times of AI

In view of the significant technological advances and the new function of technology as a productivity tool in computer science, as discussed in the previous section, we need to re-examine and adapt their instructional designs to consider the fast-changing technological background, and at the same time, prevent the misuse of these same tools, which could undermine deeper learning objectives.

We will discuss in this section a theoretical framework for addressing this challenge. Biggs (1996) introduced *constructive alignment* as an instructional design framework, emphasizing the need for Learning Outcomes, Teaching & Learning Activities (TLAs), and Assessment Strategies to be coherently aligned. Learning Outcomes articulate the knowledge, skills, or competences students should acquire; Teaching & Learning Activities are designed so that students perform tasks that help them achieve those outcomes, while Assessment Strategies measure whether and how well students have achieved these outcomes. When these three components line up, students can clearly see the connection between course activities, assessments, and the intended results, thus better engaging and learning (Figure 1).

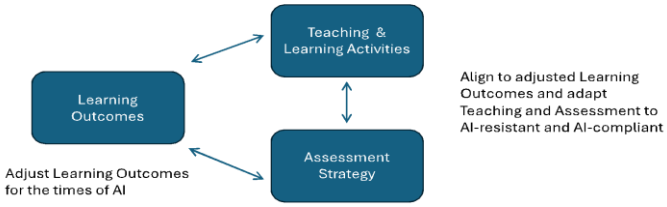


Figure 1. Tasks of Course adaptation in the times of AI (adopted from Biggs (1996)

The re-design interventions that need to be undertaken, as depicted in Fig.1, are relating to the components of this framework.

(a) *Adjustment of the Learning Outcomes*. We need to re-define the learning outcomes, given the existence of the new technological background and tools. We need to clearly define what the students should be able to know and skills to acquire with respect to the AI assistance. For example, we need to state clearly that students should be able to apply fundamental programming concepts independently of AI assistance, and on the other hand to define new skills relating to the existence of AI technology, like for example, that students will critically evaluate AI-generated code for correctness, efficiency, and ethics, thus emphasizing not only coding proficiency but also critical thinking and ethical considerations specific to AI.

(b) *Modify Teaching and Learning Activities*. Given the learning outcomes re-design, we need to modify teaching and learning activities. For instance, we need to include structured tasks where students use AI-assisted tools (e.g., code completion, automated debugging) under guided conditions. Activities might include comparing outputs from an AI code assistant to students' own code, thereby prompting critical reflection. We may also need to add new activities, relating to topics like ethics & policies. These align with learning outcomes addressing the responsible use of AI, by hosting group discussions or projects that examine AI's ethical implications in programming.

(c) *Adapt Assessment Strategy*. In addition, we must revise our assessment practices, so they reflect both the new learning outcomes and the activities and ensure fair use of the available technologies. For instance, we can change evaluation, so that we do not only check final code correctness but also how students arrived at their solutions. This could involve code

walkthroughs, self-reflections, or AI-use disclosure statements—all aligned with the outcome of fostering critical thinking about AI outputs. We may need to adapt AI-resistant evaluation methods, like oral examinations and live coding, an example being face-to-face or recorded demonstrations to confirm authentic student understanding and mitigate overreliance on AI. In addition, if the learning outcomes include ethical/critical use of AI, we need to develop rubrics that assess whether students have appropriately employed AI tools, cited them, and provided critiques of AI-generated code.

In the following sections, we describe a case study of a proposed re-design of an Introduction to Programming course, starting with description of current course design.

A case study: Introduction to programming course in HOU

In this section we describe the current design of an Introductory in Programming Course of HOU, Greece, and we examine scenarios for use of available AI tools by the students. The course is a distance learning course, delivered over a period of 38 weeks. The learning objectives - typical of such an introductory course - include, using Python as a programming language, to introduce students to the principles of programming for solving problems and creating real-world applications using appropriate data structures and abstraction levels. It covers various programming paradigms—procedural, object-oriented, and functional—allowing learners to select the optimal approach, verify their solutions, and document functionality effectively. Additionally, the course offers practical experience in connecting applications to databases, working with event-driven programming, and utilizing modules for tasks like data analysis, scientific computing, and machine learning, thereby highlighting the role of computing in addressing societal challenges. Currently, no specific reference to AI tools and their use is included in the learning outcomes. The course activities include five online tutorial sessions for groups of up to 25 students, while extra one-to-one tutoring can be delivered if required. The students are asked to submit four assignments, and to work on a large project for a period of 20 weeks, in groups of 4 to 5 students. Their assessment is based on grades of the four assignments (30%) and on assessment of the project work (70%).

Each of the four assignments, features a number of questions. These assignments progressively cover all course topics—from introductory material to advanced data processing modules. Often the questions are accompanied by screenshots of expected performance, and in some cases, by code templates and additional data files.

Next, we describe the findings of a study aiming to evaluate how a contemporary AI tool would tackle recent assignments. So, sued the assignments of the academic year 2024-2025 to an AI tool and assessed its performance. The findings are included in Table 1, for the *chatGPT o3-mini-high* model (the most suitable OpenAI model for code generation).

The model answered most of the questions correctly without needing a follow-up prompt—simply by processing the question document and supplying any additional files. Notably, both the original questions in the assignment, as well as the provided answers were in Greek. The model achieved an impressive overall score of 38.4 out of 40, placing it in the top 10% of a group of currently 20 enrolled students.

However, some limitations were observed. For instance, in a simple exercise part of Q1.1: "Remove as many parentheses as possible from the following expression: *(a*(3/b)) + ((a+2b) + (5a-b) - (a+b))*." The expected answer is *a**(3/b) + a + 2b + 5a - b - (a+b)*.

Despite its apparent simplicity, this problem has proven difficult for some state-of-the-art language models. For example, both *chatGPT o3-mini-high* and *Grok-3* returned incorrect expressions, *a**(3/b) + (a+2b) + (5a-b) - (a+b)*, while *Claude 3.7 Sonnet a**(3/b) + 5a*, and *Gemini-2* proposed the following expression: *a**(3/b) + a + 2b + 5*a - b - a - b*.

In some other cases, the model failed to consider the associated templates or data files, e.g. an example was, not checking the character encoding of a data file. In general, however, most of the more complex questions that required generating code and integrating external files were answered correctly. The size of the code necessary to answer these questions varied between 50 and 160 lines. These responses included not only the correct code but also clear comments and a trace of the underlying problem-solving reasoning.

Table 1. Assigned work (HOU, Acad. Year 2024-25): AI tool performance

question	topic	points	extras	AI score	comments
Q1.1	Expressions, logical operators	3		2.8	failed to eliminate a non-needed parenthesis in an expression
Q1.2	Loop structures	3		3.0	
Q1.3	Data Input, Execution Flow Control	4		4.0	
Q2.1	Strings, Sets	3	template	3.0	
Q2.2	Lists, Tuples	3	template	3.0	
Q2.3	Dictionaries	4	template	3.6	The program had no way to exit when asked for a record ID when there were no records in the list
Q3.1	Classes, Objects, Properties	3		3.0	
Q3.2	File Reading, Processing, Updating	3	data files	2.5	The data files were not encoded in UTF8 and the program did not check for encoding, failed to read.
Q3.3	Classes, Overloading	4	template	4.0	
Q4.1	File Management - Storing and retrieving objects with pickle	3		3.0	
Q4.2	NumPy library	3		3.0	
Q4.3	pandas, NumPy and matplotlib libraries	4	data file, template	3.5	Originally failed to use the template that was provided, after prompting, it provided full solution
	total	40		38.4	

Next, we tested the group project, which represents the most critical activity for the course, also serves as final assessment. The project requirements specify that students must deliver their code to solve a complex problem and produce a 10-page report explaining the problem, their approach, work distribution, and results. Additionally, each group member had to submit a 2-page individual report detailing their specific contribution, workload, and resources used. Students selected their group project topics from a predefined list.

To evaluate the capabilities of an AI tool in supporting student projects, we examined a case study using, as an example one of the project topics, the "Memory Game" project—a card game for 1-4 players with three difficulty levels (played with 16, 40, or 52 cards). We input the three-page project specification into the *ChatGPT o3-mini-high* model, which generated over 350 lines of code. The application, following the instructions, used the *tkinter* graphics module for the graphic user interface. The code was organized into three classes (*Card*, *Player*, and *MemoryGame*).

The initial code execution revealed however, significant issues. We followed a few test cycles and iterative feedback to the AI tool; we obtained progressively improved versions until reaching a fully functional implementation. An example of this refinement process is shown through the follow-up prompt used: "*The generated code has the following problems: when two players are playing, and the cards run out, the game does not end. Also, the GUI does not strongly indicate which player's turn is to play. Also, in the case of a player against the computer it does not continue after the first move,*" the result of this prompt, was a new version of the code with explanation of the modifications. This cycle of test-modify was repeated several times. Figure 2 illustrates through screenshots this evolution: version (a) featured interaction through pop-up messages; version (b) incorporated player's-turn message at the top of the window and score statistics at the bottom; and version (c) further improved the application, replacing gray button cards with colored labels.

Figure 2. Three consecutive versions of the Memory Game application

Completing this complex task, with the help of AI, took approximately two hours, resulting in a final version comprising approximately 400 lines of code. Importantly, no Python programming was involved, and there was no discussion of the software's architecture or functionality—leaving the codebase essentially a black box.

Then, we requested assistance with the final project report that had to be produced. The AI tool generated precise report guidelines and, when prompted about the content of the individual reports of the group members, suggested the following work division: Member 1 handling core logic and backend; Member 2 responsible for the Graphical User Interface; Member 3 managing testing and version control; and Member 4 overseeing documentation and final presentation. The AI tool also provided detailed instructions for structuring the individual reports according to the specification. The obvious ethical issues relating to these suggestions are open for discussion.

In conclusion, our study revealed significant vulnerabilities in the current assignment structure when confronted with modern AI capabilities. The course—particularly in its distance learning format with minimal instructor-student interaction—appears susceptible to workarounds through AI tools. Students can potentially leverage these technologies to rapidly generate satisfactory responses even to complex tasks like the group project, undermining however the learning objectives.

It is evident from this study, that without thoughtful re-design that accounts for students' ready access to powerful AI assistants, the course risks failing to achieve its intended learning outcomes. The ease with which AI can produce solutions in minimal time presents a compelling temptation that may compromise the development of skills and knowledge the course is designed to achieve.

In the following section, we will discuss ideas for re-designing the specific course, taking into account given constraints on its form and delivery, and finally make suggestion of guidelines, for redesign it, applicable to other similar introductory to programming courses.

Course re-design

As discussed in the previous section, the case study course, like many other similar courses, has not yet adapted its *learning outcomes* to the current AI trends. The first question to be asked is in what degree we need to re-define learning outcomes.

Despite the AI trends, the underlying objectives of introductory programming courses remain largely consistent. Typically, such courses aim to: Develop Computational Thinking (Wing, 2006), that is the ability to break down problems into programmable steps, identify patterns, and apply abstraction effectively, to develop Problem-Solving Skills which include designing, implementing, and testing algorithms using fundamental data structures and control structures. To promote understanding of core Programming Concepts: variables, data types, control flow (conditional statements, loops), functions, modules, and basic data structures (lists, arrays, dictionaries, etc.) in various programming paradigms (often

extending to Object-oriented programming), understand and practice with software engineering best practices, like code readability, documentation, testing, debugging, and version control. The learning objectives may also include soft skills like encourage collaboration and communication through group work which includes peer reviews, pair programming, and effectively communicate and present programming ideas. These key learning outcomes remain relevant and are not affected by the existence of AI tools.

However, there is a growing number of researchers that have observed that this needs to be enhanced with new learning objectives, like: Understanding AI capabilities and limitations, critical engagement with AI tools, ethical aspects on use and academic integrity, data privacy and fairness, as well as prepare students for a rapidly evolving landscape (Mahon et al. 2024). So, in the case of the case study course, the proposal is to extend the learning outcomes with two new topics: (i) AI tools capabilities and limitations and (ii) Ethical aspects. Given that the existing learning outcomes already cover the expected workload, some peripheral outcomes, like databases, and data analysis modules may need to be given less attention as shown in Figure 3.

1. Promote understanding of core **Programming Concepts** in Python: variables, data types, control flow (conditional statements, loops), functions, modules, and basic data structures (lists, arrays, dictionaries, etc.) using various programming paradigms (Procedural, Object-oriented, Event-based),

2. Develop the ability to **break down problems** into programmable steps, identify patterns, and apply **abstraction** effectively,

3. Develop **Problem-Solving Skills** which include design, implementation, and testing of algorithms using fundamental data structures and control structures.

4. Understand and practice with **software engineering** principles,: code readability, documentation, testing, debugging, and version control.

~~5. Get experience in connecting applications to databases, working with event-driven programming, and utilizing modules for tasks like data analysis, scientific computing, and machine learning~~

6. Develop skills of **collaboration and communication** including peer reviews, pair programming, and effectively communicate and present programming ideas.

7. **Artificial Intelligence programming tools** capabilities and limitations - Ethical aspects

Figure 3. Updated Learning Outcomes for the course of our case study

The second modification concerns the *learning and teaching activities*. As discussed in the theoretical section, these need to consider the enhanced learning outcomes and on the other hand, adapt to the existence of powerful tools that the students may be tempted to use, undermining the learning process. For our case, these activities include: (a) the five online tutoring sessions, (b) the four assignments and (c) the project work.

First, we need to adjust the topics of the online tutoring sessions to accommodate the modified learning outcomes. The current practice of the tutorials foresees for each one of them a four-hour session that has the following structure: Four of them are related to the assignments, including presentation of the next assignment and discussion of the typical errors of the previous one, presentation of the related theoretical notions with typical short snippets of code provided as examples, while the fifth tutorial has slightly different structure, as it is preparation for the final exam and revision of all the topics covered during the year. The current structure allows little time for interaction with the students, who mostly passively attend the presentation. The topics of the four main tutorials are the following:

1. Introduction to Python, variables, control structures, simple data structures
2. Complex data structures, Functions - Procedural programming
3. Object-oriented programming, - File I/O operations
4. Event programming, Modules, Data analysis

As discussed, most of the topics of tutorial #4 have been proposed to be dropped, while we have introduced two new topics, (a) the AI programming tools, and (b) ethical aspects.

The new structure that accommodates these modifications is presented next.

Tutorial #1: Python foundation and Introduction to AI tools. We introduce basic syntax, variables, data types, control structures and we present AI code generation examples (e.g. through *GitHub Co-pilot*). We select an example that needs inspection and modification of the code generated by the AI tool and discuss the process. We introduce the discussion on the responsible use of AI tools and potential pitfalls (e.g., code bias, incorrect suggestions).

Tutorial #2: Complex Data Structures, Functions - Procedural programming, and Responsible AI Usage. We introduce complex data structures (list, dictionaries, etc.) and operations in them, then we introduce functions and procedural programming. Finally, we do a live demo of AI suggestions for a function implementation. We introduce the notion of academic integrity, how to disclose AI assistance and potential code plagiarism.

Tutorial #3: Object-Oriented Programming, File I/O operations, and AI Ethics. In this tutorial we focus on the Object-oriented programming paradigm and file I/O operations, in addition, we introduce theoretically and through examples issues related to bias and fairness in AI suggestions, present examples of verifying correctness and efficiency of AI-generated code and strategies for debugging AI outputs.

Tutorial #4: Modules, Advanced Python Features, and AI Integration. In this tutorial we focus on importing custom modules and widely used python libraries. We introduce simple examples of integration with AI modules (e.g. Hugging Face *transformers*). We summarize ethical guidelines, in view of the group project work, and demonstrate through a mini project integrating AI suggestions.

Finally, in *Tutorial #5* we review all the topics covered and raise the discussion on the professional and societal impact of AI code.

This suggestion introduces early in the course the AI programming tools and raises gradually awareness on the pitfalls and best ethical use of them through responsible coding. It should be added that short assignments will be given during these tutorials to the students, to experiment with the tools and best practices.

Next, we need to adapt the assignments and project specification. As seen in the previous section, the current assignments and projects are not AI-resistant, while there have been no clear instructions provided on the use of available AI tools. Given the new learning outcomes and teaching activities' structure, discussed above, the assignments need to be restructured to contain both AI-resistant and AI-compatible questions while clear instructions should be given in all of them on the use of AI tools. There have been various suggestions on how to build AI-resistant assignments. A summary of them is the following (Northern Michigan University Centre for Teaching and Learning, 2025):

- During design of assignments and projects we need to test beforehand with AI tools and modify them accordingly.
- Use personalization, tailor assignments and questions to individual students and current events
- Include reflective components. Ask the students to include reflection on their answer, to document challenges they faced and how they overcame them.
- Process-based assessment, this is particularly relevant to the project, where we should ask the students to present and evaluate the progress of their work in stages.

An example of modification of one of our current questions is the following:

Original Question (Q1.2 2024-2025): *Develop a Python program that asks from the user a number*

between 1 and 10 and prints the multiplication table for this number. Clear specification was given on the typical input and output. NB. This question was answered with no flows by the AI tool.

Modified Question: *Develop a Python program that salutes you with your name and asks you for a number between 1 and 10 and prints the multiplication table for this number, decorated accordingly. Use your imagination for presenting a nicely decorated table*. NB. Once this version was given to an AI tool, the answer included a loop, asking the user his/her name, that is not what was requested, while the decoration part was tackled through two mundane borders of 25 stars at the top and bottom of the table, so this is not anymore, a full marks solution.

In addition, on all assignments, in line with the course theoretical stance towards AI tools use should include clear instructions. An example is the following.

In this programming course, we encourage you to explore and utilize AI tools to enhance your learning and problem-solving process. However, maintaining academic integrity requires complete transparency about how these tools are used in your submitted work. Therefore, you must explicitly acknowledge the use of any AI tools that contributed to your code, explanations, or problem-solving approach in the following manner: At the beginning of each submitted programming assignment file (e.g., .py file), you must include a dedicated section titled "AI Assistance Declaration". This section should appear as a block comment at the very top of your code file. Within this section, you must provide the following information for each AI tool you utilized in the development of that specific assignment: Name of the AI Tool: Specify the exact name of the AI tool used (e.g., ChatGPT, Gemini, GitHub Copilot). Tool Version information, Specific Ways the AI Tool Was Used: Clearly and concisely describe the specific tasks for which you used the AI tool. Be precise and avoid vague statements. Include the specific prompt used. "Generated initial code structure for the calculate_average function using prompt...."

The final task we need to tackle is related to the assessment strategy. Since assessment in this course is based on the four assignments and the presentation of project work, we modify both further in the way they are assessed. For the assignments we introduce an oral presentation of selected parts of the submitted work. This takes the form of short questions on specific parts of the answers, especially if there are doubts on academic integrity of the provided answers. Finally, the project should follow a process-based assessment, that the groups must present and report on progress in stages, with special focus on challenges they faced and how they overcame them. This not only encourages deeper engagement but also makes it more challenging to use AI tools dishonestly.

Conclusions and further work

This paper investigates the pedagogical challenges confronting course designers of introductory programming curricula in light of advancements in artificial intelligence. A specific course has been examined as a case study, revealing limitations inherent in current instructional methodologies. Based on this analysis, we proposed a series of modifications intended to mitigate the potential for AI tools to negatively impact the acquisition of core programming and computational thinking competencies, particularly if students adopt a passive stance towards AI-generated code. The need to acknowledge the mixed impact of these tools, capable of enhancing efficiency yet simultaneously posing a risk to fundamental skill development, is underscored. By updating learning outcomes, embracing innovative assessment methods, and articulating clear policies on permissible AI usage, instructors can preserve the integrity of learning while harnessing the benefits of AI.

The study faces several limitations, most notably the absence of evidence regarding the effectiveness of the proposed redesign, which has yet to be approved and implemented. The next steps involve institutional-level discussion and adoption of the proposal, along with

investment in faculty development and appropriate infrastructure. Through these efforts, we aim to better equip our institutions to educate a new generation of computer scientists—individuals who not only excel in the technical aspects of coding but also grasp its ethical, creative, and conceptual dimensions.

References

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education, 32*(3), 347-364.

Bozkurt, A., Xiao, J., Farrow, R., Bai, J. Y. H., Nerantzi, C., Moore, S., Dron, J., Stracke, C. M., Singh, L., Crompton, H., Koutropoulos, A., Terentev, E., Pazurek, A., Nichols, M., Sidorkin, A. M., Costello, E., Watson, S., Mulligan, D., Honeychurch, S., ..., & Asino, T. I. (2024). The manifesto for teaching and learning in a time of generative AI: A critical collective stance to better navigate the future. *Open Praxis, 16*(4), 487-513.

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. -J. (2022). Application and impact of AI in education. *Educational Technology & Society, 25*(1), 1-15.

Diamantopoulos, A., Sintoris, C., Demetriadis, S., Avouris, N. (in press). Feedback to students and instructors of a programming course through a Large Language Model. *Proceedings of the 14th Panhellenic with International Participation Conference "ICT in Education*." University of the Aegean.

Er, E., Akçapınar, G., Bayazıt, A., Noroozi, O., & Banihashem, S. K. (2024). Assessing student perceptions and use of instructor versus AI-generated feedback. *British Journal of Educational Technology*, 56(3), 1074-1091.

Finn, A., Petre, M., & Remy, S. (2023). Balancing AI assistance and student agency in introductory programming courses. *ACM Transactions on Computing Education, 23*(2), 14-28.

Gabbay, H., & Cohen, A. (2022). Exploring the connections between the use of an automated feedback system and learning behavior in a MOOC for programming. In *Educating for a new future: Making sense of technology-enhanced learning adoption. EC-TEL 2022. Lecture notes in Computer Science* (vol. 13450, pp. 116–130). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_9

Garcia, M. B. (2025). Teaching and learning computer programming using ChatGPT: A rapid review of literature amid the rise of generative AI technologies. *Education and Information Technologies*, *2025*, 1-25.

Golchin, S., Garuda, N., Impey, C., & Wenger, M. (2025). Grading massive open online courses using large language models. *Proceedings of the 31st International Conference on Computational Linguistics (COLING)* (pp. 3899-3912). Association for Computational Linguistics.

Mahon, J., Mac Namee, B., & Becker, B. A. (2024). Guidelines for the evolving role of Generative AI in introductory programming based on emerging practice. *Proceedings of the 2024 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (v. 1, pp. 10-16). ACM Publication.

Nagakalyani, G., Chaudhary, S., Apte, V., Ramakrishnan, G., & Tamilselvam, S. (2025). Design and evaluation of an ai-assisted grading tool for introductory programming assignments: An experience report. *Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (v. 1, pp. 805-811). ACM.

Northern Michigan University Centre for Teaching and Learning (2025). *Creating AI-resistant assignments, activities, and assessments (Designing Out).* https://nmu.edu/ctl/

Prather, J., Denny, P., Leinonen, J., Becker, B. A., Albluwi, I., Craig, M., Keuning, H., Kiesler, N., Kohn, T., Luxton-Reilly, A., MacNeil, S., Petersen, A., Pettit, R., Reeves, B. N., & Savelka, J. (2023). The robots are here: Navigating the generative AI revolution in computing education. *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2023)*, Vol. 2, pp. 1–51). ACM. https://doi.org/10.1145/3587103.3594206

Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences, 20*(9), 676-688.

Tan, C. W., Khan, M. A. M., & Yu, P. D. (2024). AI-assisted programming and AI literacy in computer science education. In *Effective practices in AI literacy Education: Case studies and reflections* (pp. 189-198). Emerald Publishing.

Wang, Q., & Tsai, C.-C. (2023). Integration of Large Language Models in Computer Science Education: Challenges and opportunities. *British Journal of Educational Technology, 54*(1), 215-233.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Μη Συνδεδεμένες Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης σε Μαθητές/τριες Γυμνασίου. Μια Μελέτη Περίπτωσης με την Αξιοποίηση της SOLO Taxonomy

Κωνσταντίνος Καραπάνος[1], Βασίλης Κόμης[1], Γεώργιος Φεσάκης[2], Κωνσταντίνος Λαβίδας[1], Σταυρούλα Πραντσούδη[2]
kkarapanos@sch.gr, komis@upatras.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, lavidas@upatras.gr, stapran@rhodes.aegean.gr
[1]Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών
[2]Τμήμα Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε την αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής παρέμβασης για τη διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης (ΔΑ), με χρήση αποκλειστικά αποσυνδεδεμένων από τον υπολογιστή δραστηριοτήτων, στο μάθημα της Πληροφορικής της Γ' Γυμνασίου. Συμμετείχαν 47 μαθητές/τριες από δύο τμήματα του Μουσικού Σχολείου της Πάτρας. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η γνωστική πορεία των μαθητών/τριών με βάση την ταξινομία SOLO. Η χρήση τέτοιων δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία των ΔΑ φαίνεται να αποδίδει ικανοποιητικά, αφού μετά την υλοποίηση του σεναρίου οι μαθητές/τριες βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους σε σχέση με τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Προτείνεται παρεμβάσεις αυτού του είδους για τη διδασκαλία των ΔΑ να εφαρμοστούν και σε άλλες τάξεις του Γυμνασίου με κατάλληλες προσαρμογές του διδακτικού σεναρίου. Παρόμοιες έρευνες θα μπορούσαν να υλοποιηθούν για τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σχετικά και με άλλες έννοιες της ΤΝ, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης εγγραμματισμού στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

Λέξεις κλειδιά: δέντρα απόφασης, μηχανική μάθηση, ταξινομία SOLO, τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση

Εισαγωγή

Από την τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου, τα έξυπνα σπίτια και οχήματα, έως τους ψηφιακούς βοηθούς ή τα chatbots, η Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) μέσα από τις εφαρμογές της, έχει επιφέρει τεράστιες αλλαγές στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Ήδη οι μαθητές/τριες από πολύ μικρή ηλικία, έρχονται σε επαφή με εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, την υγεία, την ψυχαγωγία ακόμη και τη ρομποτική (Druga et al., 2019). Η πλειονότητα των εξελίξεων στην ΤΝ σήμερα οφείλεται στα μοντέλα Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning - ML) (Rodríguez-García et al., 2021).

Η διείσδυση των εφαρμογών ΜΜ στην καθημερινότητα των νέων, εύλογα δημιουργεί την ανάγκη προσαρμογής του ρόλου του σχολείου προς την κατεύθυνση της προετοιμασίας των μαθητών/τριών να αναπτύξουν τις βασικές γνώσεις και δεξιότητες που απαιτεί η τεχνολογία ΤΝ. Στο πλαίσιο αυτό καταγράφονται αρχικές ερευνητικές προσπάθειες για τη δημιουργία μιας βάσης γνώσεων, που θα ενσωματώνει στο σχολικό σύστημα μέσης εκπαίδευσης κατάλληλες δραστηριότητες υποστήριξης της διδασκαλίας της μηχανικής μάθησης (Sanusi et al., 2023· Lee et al., 2021· Sabuncuoglu, 2020· Ξόμαλης, 2022). Μάλιστα μια κοινή πεποίθηση των ερευνητών είναι ότι η διδασκαλία αλγορίθμων και εννοιών μηχανικής μάθησης σε

μαθητές/τριες μέσης εκπαίδευσης (ηλικίας 12-15 ετών) είναι μεν εφικτή, θα πρέπει όμως να γίνει με τρόπο διαδραστικό και ελκυστικό (Ma et al., 2023).

Στο πλαίσιο αυτό η χρήση μη συνδεδεμένων σε υπολογιστή (Unplugged) δραστηριοτήτων φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην διδασκαλία της ΤΝ, συμπληρώνοντας τις δραστηριότητες προγραμματισμού και συμβάλλοντας στην ολιστική κατανόηση των εννοιών (Lee et al., 2021). Ωστόσο, η διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτών των προσεγγίσεων είναι αρκετά περιορισμένη και διαφαίνεται έλλειψη επαρκούς εμπειρίας ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματική εισαγωγή των μαθητών/τριών στις έννοιες αυτές.

Ως συμβολή στο πεδίο αυτό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση βασισμένη στο νέο ΑΠΣ Πληροφορικής Γυμνασίου (ΙΕΠ, 2023) της Ελλάδας. Διερευνήθηκε εάν η ενασχόληση των μαθητών/τριών με Δέντρα Απόφασης (ΔΑ) που βασίζονται σε δεδομένα, μέσω Unplugged δραστηριοτήτων, είναι εφαρμόσιμη και μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση αυτών των εννοιών. Υπάρχουσες ερευνητικές προσπάθειες, αν και περιορισμένες, προτείνουν τη χρήση μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων (Fleischer et al., 2024· Lindner et al., 2019· Ma et al., 2023), στη διδασκαλία των ΔΑ, ενώ συμφωνούν ότι οι δραστηριότητες χωρίς σύνδεση μπορούν να κάνουν τις πολύπλοκες έννοιες πιο εύπεπτες για τους νεότερους μαθητές.

Κατά τη διερεύνηση αυτή, αξιοποιήθηκε η στοχοταξινομία Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO), για την αποτύπωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, προσφέροντας ένα πιο δυναμικό και αναπτυξιακό μοντέλο αξιολόγησης της μάθησης. Η ταξινομία SOLO ταξινομεί τις επιδόσεις με βάση τη δομική πολυπλοκότητα της κατανόησης των μαθητών/τριών, που κυμαίνεται από προ-δομική έως εκτεταμένη αφηρημένη κατανόηση που αντιστοιχεί στη γενίκευση (Biggs & Collis, 1982).

Στόχος-ερευνητικά ερωτήματα

Στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η γνωστική πορεία μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου, κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, αξιοποιώντας την στοχοταξινομία SOLO. Η έρευνα αφορά την υλοποίηση αποκλειστικά μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων και την εφαρμογή της ταξινομίας SOLO για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Το πλαίσιο υλοποίησης της διδακτικής παρέμβασης, περιλαμβάνει τρεις βασικές συνιστώσες: 1) Διδασκαλία μηχανικής μάθησης με τη χρήση δέντρων απόφασης και εστίαση στα δεδομένα, 2) Εφαρμογή σε μαθητές/τριες Γ΄ Γυμνασίου με αποκλειστικά αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, 3) Κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων με βάση τα επίπεδα της ταξινομίας SOLO. Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν είναι:

1. Σε ποιο βαθμό βελτιώνεται η επίδοση μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου μετά από μια διδακτική παρέμβαση με Δέντρα Απόφασης και αξιοποίηση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων;
2. Ποια είναι η γνωστική πορεία μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου, κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, ιεραρχημένη στα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO;

Θεωρητικό πλαίσιο

Η προσέγγιση διερεύνησης των αντιλήψεων και εμπειριών των παιδιών κατά την ενασχόλησή τους με τη μηχανική μάθηση βασίστηκε στις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες της μάθησης και της συμμετοχής (Vygotsky et al., 1978). Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν ενεργά μέσω ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων προβληματισμού, στην αξιοποίηση των

υπαρχουσών γνώσεων και παραδειγμάτων από το εγγύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό τους πλαίσιο (Sanusi et al., 2023· Vartiainen et al., 2020).

Όσον αφορά τη χρήση μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων στη διδασκαλία εννοιών ΤΝ, θεωρείται πιο ωφέλιμη από την άμεση χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, για τους παρακάτω λόγους: α) Μειώνει το γνωστικό φορτίο εφόσον αποφεύγεται η διδασκαλία εννοιών και τεχνικών προγραμματισμού, ειδικά στο γυμνάσιο (Fleischer et al., 2024), β) Αξιοποιεί φυσικά υλικά (κάρτες δεδομένων, σχεδιαγράμματα, 3D εξαρτήματα) που κάνουν τις αφηρημένες έννοιες χειροπιαστές και άμεσα αντιληπτές, γ) Συμβάλλει στην καλύτερα κατανόηση της διαδικασίας λήψης μιας απόφασης, όπως στα ΔΑ (Lehner & Landman, 2024), δ) Ενισχύει την συνεισφορά της συνεργατικής μάθησης, καθώς οι συμμετέχοντες καλούνται να πάρουν αποφάσεις, να δοκιμάσουν κανόνες και υποθέσεις (Williams et al., 2023).

Επιπλέον, η αποτύπωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων με την αξιοποίηση της ταξινομίας SOLO αφενός παρέχει ένα σαφές πλαίσιο για την αξιολόγηση του βαθμού κατανόησης των μαθητών, το οποίο είναι απαραίτητο κατά τη διδασκαλία σύνθετων εννοιών ΤΝ αφετέρου βοηθά τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν μαθησιακές δραστηριότητες που προάγουν προοδευτικά βαθύτερα επίπεδα σκέψης, από την προ-δομική έως τη σχεσιακή και την εκτεταμένη κατανόηση. Ακόμη περισσότερο υποστηρίζει την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, συμβάλλοντας στον αναστοχασμό της μαθησιακής διαδικασίας.

Να σημειώσουμε ότι δεν εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία προηγούμενη έρευνα αποτύπωσης μαθησιακών αποτελεσμάτων κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης σε μαθητές/τριες Γυμνασίου, σύμφωνα με τα επίπεδα της στοχοταξινομίας SOLO. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένας οδηγός ταξινόμησης SOLO για την αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών/τριών στην εκμάθηση δέντρων αποφάσεων, προσαρμοσμένος σε μαθητές/τριες της μέσης εκπαίδευσης και ευθυγραμμισμένος με την ιεραρχική φύση των επιπέδων SOLO (Δομή του Παρατηρούμενου Μαθησιακού Αποτελέσματος).

Μεθοδολογία

Σχεδιασμός της μελέτης

Η διδασκαλία εννοιών ΤΝ και ΜΜ στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα εισήχθη πρόσφατα, με την νομοθέτηση του νέου ΑΠΣ Πληροφορικής Γυμνασίου το οποίο εφαρμόστηκε συμπληρωματικά στο υπάρχων ΑΠΣ των Γυμνασίων της χώρας, κατά το σχ. έτος 2024-2025. Στο Θεματικό πεδίο 1/ Υποενότητα 1.3.3 και στο Θεματικό πεδίο 5 / Υποενότητα 5.2.3., οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να εμπλέξουν τους/τις μαθητές/τριες με την διδασκαλία εννοιών και εφαρμογών ΤΝ. Το περιεχόμενο σπουδών είναι ανοικτό σε διαφορετικές προσεγγίσεις και πειραματισμό για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/τριες μαθαίνουν και/ή μεταβάλλουν τις αντιλήψεις τους σχετικά με τις ανωτέρω έννοιες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σχεδιάστηκε ένα προ-πείραμα με δραστηριότητες διδασκαλίας μηχανικής μάθησης μέσω δέντρων απόφασης. Κατά την διάρκεια εξέλιξης των φάσεων του σεναρίου, εφαρμόστηκε ένας σχεδιασμός με τέσσερα συνολικά test (pre-test-1st intermediate test, 2nd intermediate test, post-test) για να αξιολογηθεί το πρόγραμμα παρέμβασης και να καταγραφεί η γνωστική πορεία των μαθητών/τριών, με βάση τα μαθησιακά τους αποτελέσματα, στα τρία ιεραρχημένα επίπεδα Μονοδομικό, Πολυδομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO.

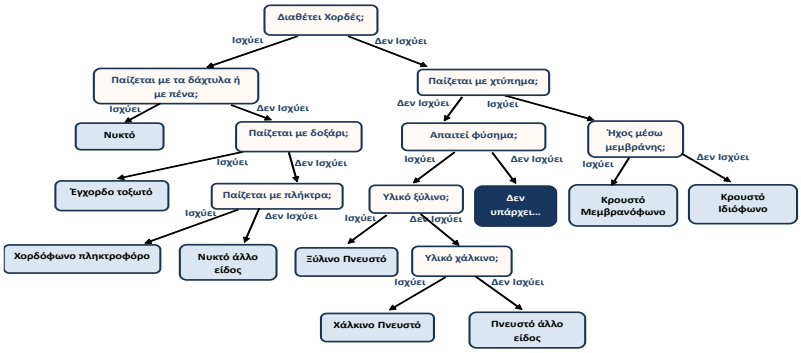
Συμμετέχοντες και πλαίσιο

Η μελέτη διεξήχθη σε ένα δημόσιο γυμνάσιο και συγκεκριμένα στο Μουσικό Σχολείο της Πάτρας, κατά τη διδασκαλία εννοιών και μεθόδων ΜΜ, στο πλαίσιο του νέου ΑΠΣ

Πληροφορικής και εφαρμόστηκε από τον ερευνητή-εκπαιδευτικό της τάξης. Το σενάριο περιλάμβανε πέντε συνεδρίες διάρκειας 45 λεπτών η κάθε μία, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τον Μάρτιο του 2025. Συμμετείχαν συνολικά 47 μαθητές/τριες από δύο τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου, οι οποίοι/ες εργάζονταν συνεργατικά σε ομάδες συνήθως των τριών ατόμων. Η αριθμητική εκπροσώπηση των δύο φύλων ήταν, 14 αγόρια και 33 κορίτσια ενώ οι ηλικίες τους κυμαίνονταν μεταξύ 14 και 15 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι δεν είχαν διδαχθεί στο παρελθόν καμία από τις υπό εξέταση έννοιες, ενώ παρακολουθούν το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών πληροφορικής.

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Το εκπαιδευτικό σενάριο ακολουθεί την εξής σειρά δραστηριοτήτων: α) Γνωστικής και ψυχολογικής προετοιμασίας με στόχο την ανίχνευση των πρότερων γνώσεων των μαθητών/τριών, β) Διδασκαλίας οικοδόμησης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων, γ) Εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου., δ) Αξιολόγησης του γνωστικού αντικειμένου, και δ) Μεταγνωστική. Οι δραστηριότητες και τα φύλλα εργασίας υλοποίησης του σεναρίου, ακολουθούν τις αρχές διδακτικού σχεδιασμού του Merrill (2002), όπως και στην περίπτωση των Sanusi et al. (2023). Αρχικά συμπληρώθηκε ένα pre-test, προκειμένου να αξιολογηθεί η συμπεριφορά εισόδου των συμμετεχόντων πριν την υλοποίηση της παρέμβασης. Συλλέχθηκαν επίσης δημογραφικά στοιχεία όπως φύλο, ηλικία και τάξη φοίτησης. Κατά τη φάση διδασκαλίας των νέων γνώσεων, μοιράστηκε στους/στις μαθητές/τριες ένα ενδεικτικό ΔΑ (Σχήμα 1) το οποίο δημιουργήθηκε από δεδομένα Μουσικών οργάνων που διαθέτουν διακριτά χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Με τη χρήση του συγκεκριμένου ΔΑ αξιοποιήθηκαν οι υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/τριών για τα μουσικά όργανα, εφόσον φοιτούν σε Μουσικό Σχολείο, προκειμένου να διδαχθούν τις βασικές έννοιες και λειτουργίες των ΔΑ. Με βάση αυτό το πλαίσιο γνώσεων των μαθητών/τριών και με χρήση κατάλληλων δραστηριοτήτων οικοδομήθηκαν έννοιες όπως: η αναγνώριση και περιγραφή λειτουργίας των στοιχείων ενός ΔΑ, η εξέταση της διαδικασίας διαίρεσης των δεδομένων του δέντρου με βάση τα χαρακτηριστικά τους, η κατανόηση και επεξήγηση της Πρόβλεψης σε ένα μοντέλο ΜΜ.



Σχήμα 1. Ενδεικτικό δέντρο απόφασης

Με την χρήση των δραστηριοτήτων "εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου" οι μαθητές/τριες εκπαιδεύτηκαν: στη δημιουργία των κριτηρίων διαίρεσης των δεδομένων εκπαίδευσης, στη σχεδίαση δικών τους δέντρων απόφασης, στον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων στην πρόβλεψη του μοντέλου τους και ακολούθως στην υλοποίηση των απαραίτητων διορθώσεων. Οι μαθητές/τριες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένα μοντέλο

δέντρου απόφασης αλλάζει ανάλογα με τα δεδομένα εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του, προκειμένου να βελτιώσει την ακρίβεια της πρόβλεψής του.

Η παρέμβασή ολοκληρώθηκε με τις δραστηριότητες αξιολόγησης του γνωστικού αντικειμένου, όπου κάθε ομάδα εργασίας αξιολόγησε τα ΔΑ των υπολοίπων βασισμένη σε κριτήρια όπως: η απλότητα και αποτελεσματικότητα του δέντρου, η ύπαρξη ικανού πλήθους χαρακτηριστικών για τη διαίρεση των δεδομένων και το πλήθος ερωτήσεων (κόμβων απόφασης) για την πλήρη ταξινόμηση των δεδομένων. Μετά το τέλος της παρέμβασης διεξήχθη το post-test (ίδιες ερωτήσεις με το pre-test). Αναλυτική περιγραφή των δραστηριοτήτων του σεναρίου και των φύλλων εργασίας είναι διαθέσιμα εδώ.

Εργαλεία μέτρησης-ανάλυση δεδομένων

Για να εκτιμηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες επεξεργάστηκαν το μαθησιακό υλικό αλλά και η πρόοδος της γνωστικής τους κατανόησης για τις διδαχθείσες έννοιες, εφαρμόστηκε η τεχνική συλλογής δεδομένων pretest-posttest, με την ίδια σύνθεση ερωτήσεων. Παράλληλα, συλλέχθηκαν αποτελέσματα από δύο επιπλέον ενδιάμεσα ατομικά τεστ, το πρώτο (1ο Ατομικό test) μετά από την ολοκλήρωση της φάσης "Διδασκαλίας οικοδόμησης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων" και το δεύτερο (2ο Ατομικό test) μετά τη φάση "Εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου".

Με το πρώτο ενδιάμεσο τεστ εξετάστηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας των εννοιών και της μεθόδου σχεδίασης ενός μοντέλου ΔΑ. Με το δεύτερο ενδιάμεσο τεστ αξιολογήθηκε ατομικά η εμπέδωση των μαθησιακών εμπειριών για τα μοντέλα ΔΑ, μετά τις δραστηριότητες εφαρμογής και υλοποίησης στις οποίες συμμετείχαν ενεργά οι ομάδες εργασίας. Με την ολοκλήρωση της παρέμβασης και την συμπλήρωση του post-test, εκτιμήθηκε η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/τριών για τα ΔΑ μετά την εφαρμογή των μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων, προκειμένου να γίνει σύγκριση για την κατάταξη των μαθητών/τριών στα επίπεδα της SOLO.

Όλες οι απαντήσεις των συμμετεχόντων καταχωρήθηκαν σε αρχείο λογιστικού φύλλου ανά άτομο και ανά τεστ. Κάθε σωστή απάντηση είχε μοναδική βαθμολογική συνεισφορά στο τελικό σύνολο του κάθε τεστ. Επιπλέον, κάθε ερώτηση είχε τον δικό της συντελεστή προσμέτρησης στην κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων στα επιμέρους επίπεδα Μονοδομικό, Πολυδομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Συσχέτιση ερωτημάτων των τεστ με την στοχοταξινομία SOLO

Επίπεδο SOLO	Pre-test (ατομικό)	1ο Ατομικό Test	2ο Ατομικό Test	Post-test (ατομικό)
Μονο-δομικό	1, 3, 4	1, 3	1, 3	1, 3, 4
Πολύ-δομικό	2, 5, 6	4	2, 4	2, 5, 6
Συσχετιστικό	7, 8, 9	2	5, 6	7, 8, 9
Εκτεταμένη Θεώρηση	-	-	-	-

Αξιοποιήθηκαν τρεις κατηγορίες ερωτήσεων: α) αυτές που από το σύνολο των προτεινόμενων προτάσεων επιδέχονταν μοναδική απάντηση, β) αυτές που από το σύνολο των προτεινόμενων προτάσεων επιδέχονταν περισσότερες από μία απαντήσεις και γ) αυτές που έπρεπε ο/η μαθητής/τρια να βάλει στη σωστή σειρά το σύνολο των αναγραφόμενων προτάσεων. Επιπλέον υπήρξε και μία μοναδική ερώτηση στο 2ο ατομικό τεστ η οποία ήταν ανοικτού τύπου, ζητούσε την σχεδίαση ενός Δ.Α. ατομικά από κάθε μαθητή, δοθέντος ενός προ διαμορφωμένου συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης. Η παραπάνω ποσοτική ανάλυση των δεδομένων στο σύνολό της παρουσιάζει, με μετρήσιμο τρόπο, τη γνωστική πορεία των

συμμετεχόντων σε κάθε στάδιο της πειραματικής διαδικασίας υπό το πρίσμα της SOLO. Η κατάταξη κάθε μαθητή ανά τεστ και ανά επίπεδο Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της SOLO, χαρακτηρίστηκε ως "Υψηλή", "Μεσαία", ή "Χαμηλή", σύμφωνα με την αντίστοιχη αθροιστική βαθμολογία των σωστών απαντήσεων για το κάθε επίπεδο.

Αποτελέσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης και την επίδραση στην επίδοση αλλά και στη γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών της Γ' Γυμνασίου προκύπτουν οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα. Σημειώνεται ότι μία μαθήτρια απουσίασε για λόγους υγείας από τις δύο τελευταίες συνεδρίες και ως εκ τούτου ο τελικός αριθμός των ενεργών συμμετεχόντων ήταν σαράντα έξι (46).

Απάντηση στο Ερευνητικό Ερώτημα 1: Από τις απαντήσεις στο pre-test επιβεβαιώνεται ότι πριν την εφαρμογή της παρέμβασης η πλειοψηφία των μαθητών/τριών, δεν είχαν διδαχθεί ποτέ στο παρελθόν έννοιες που είχαν σαν αντικείμενα τα ΔΑ και τη ΜΜ, και γνώριζαν ελάχιστα πράγματα για αυτά. Συγκεκριμένα 21/46 (~45%) των συμμετεχόντων είχαν συνολικό σκορ κάτω από 2,3/10, ενώ άλλοι 21/46 (~45%) δεν κατάφεραν να ξεπεράσουν την βάση (5). Συνολικά, το 42/46 (~91%) των συμμετεχόντων είχαν επίδοση κάτω από τη βάση.

Στο post-test υπήρξε σαφής βελτίωση. Συγκεκριμένα, 17/46 (~37%) μαθητές/τριες ξεπέρασαν το 63% του μέγιστου σκορ, 24/46 (~52%) επιπλέον μαθητές/τριες ξεπέρασαν το 50% του μέγιστου σκορ και μόλις 5/46 (~11%) μαθητές/τριες είχαν σκορ κάτω από τη βάση. Επιπλέον από τη μελέτη της ποσοστιαίας μεταβολής της ατομικής επίδοσης μεταξύ pre-test και post-test παρατηρήθηκαν τα εξής: ένας μαθητής είχε σκορ στο post-test 12 φορές μεγαλύτερο από το pre-test, 10 μαθητές/τριες κατάφεραν να τετραπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, 9 μαθητές/τριες κατάφεραν να τριπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, 13 μαθητές/τριες κατάφεραν να διπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, ενώ 13 μαθητές/τριες κατάφεραν απλώς να βελτιώσουν το τελικό τους σκορ. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε μαθητής/τρια που να μην πέτυχε βελτίωση στην επίδοσή του/της.

Όπως αποκαλύπτει ο έλεγχος εξαρτημένων δειγμάτων *t*-test, διαφοροποιείται η επίδοση των μαθητών/τριών μετά την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία με αποσυνδεδεμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή της επίδοσης των συμμετεχόντων μαθητών/τριών μετά από μια διδακτική παρέμβαση σε Δέντρα Απόφασης με τη χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων (*M.T.* = 6,16, *T.A.* = 1,55) είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της επίδοσης πριν από την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης (*M.T.* = 2,30, *T.A.* = 1,29), $t(45) = 18{,}828$, $p < 0{,}001$, $r = 0{,}94$.

Επιπλέον, από τον έλεγχο εξαρτημένων δειγμάτων *t*-test πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, για κάθε ένα από τα τρία επίπεδα SOLO που εξετάστηκαν μεμονωμένα (Unistructural, Multistructural, Relational), διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στην κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων των συμμετεχόντων/ουσών μετά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων της παρέμβασης (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Σύγκριση δειγμάτων *t*-test

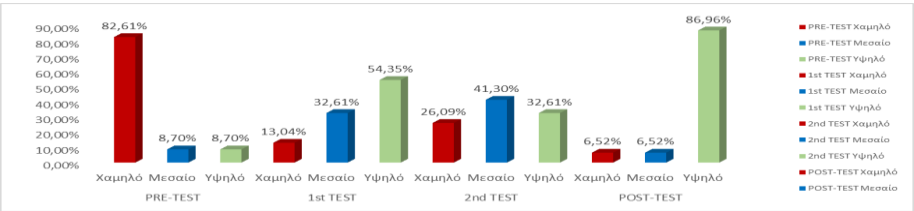
SOLO Level	pre-test		post-test		Effect-size
	M.T	***T.A.***	***M.T***	***T.A.***	
Uni-structural*	0,52	0,60	2,10	0,65	0,91
Multi-structural*	0,76	0,72	1,89	0,73	0,83
Relational*	1,00	0,66	2,16	0,74	0,82
Total*	2,30	1,29	6,16	1,55	0,94

*Υποσημείωση: *στατιστικά σημαντικές διαφορές (p < 0,05)*

Απάντηση στο Ερευνητικό Ερώτημα 2: Από την ανάλυση της βαθμολογίας κάθε μαθητή/τριας στα τέσσερα διαδοχικά τεστ που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, αξιολογήθηκε η ατομική κατάταξη τους με χαρακτηρισμό "Χαμηλή", "Μεσαία", "Υψηλή" σε κάθε επίπεδο της στοχοταξινομίας SOLO. Στη συνέχεια παρουσιάζεται με κατάλληλα διαγράμματα η γνωστική εξέλιξη της πορείας των μαθητών/τριών σε κάθε επίπεδο SOLO.

Γνωστική πορεία κατάταξης στο μονο-δομικό της SOLO

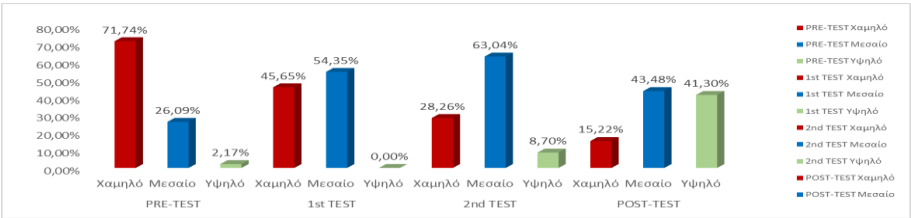
Σύμφωνα με το Σχήμα 1, η κατάταξη των μαθητών/τριών στο Μονο-δομικό επίπεδο της SOLO είχε ανοδική πορεία. Το 82% του δείγματος βρισκόταν στο pre-test στο "Χαμηλό" επίπεδο της κατηγορίας, ενώ στο post-test το 87% έφθασε στο "Υψηλό" επίπεδο, με μόλις 6,5% να παραμένει στο "Χαμηλό". Αντίστοιχα φαίνεται τόσο στο 1ο όσο και στο 2ο ενδιάμεσο τεστ να υπάρχει ανοδική πορεία στο "Μεσαίο" επίπεδο κατάταξης και εξομάλυνση με ανοδική τάση στο "Υψηλό" επίπεδο κατάταξης.



Σχήμα 1. Κατάταξη στο μονο-δομικό επίπεδο SOLO

Γνωστική πορεία κατάταξης στο πολύ-δομικό της SOLO

Το Σχήμα 2 αποτυπώνει την γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών στο Πολύ-δομικό επίπεδο της SOLO. Το 72% των μαθητών/τριών που ξεκίνησαν την διδακτική παρέμβαση βρίσκονταν στο "Χαμηλό" επίπεδο της κατηγορίας και το 26% στο "Μεσαίο", με τα ποσοστά αυτά να αντιστρέφονται σταδιακά από το ένα τεστ στο άλλο, με κατάληξη μετά το πέρας της παρέμβασης το 15% να έχει παραμείνει στο "Χαμηλό" επίπεδο και το 85% να μοιράζεται μεταξύ του "Μεσαίου" και του "Υψηλού" επιπέδου κατάταξης.

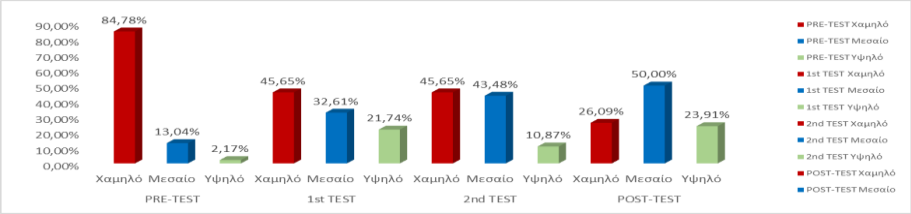


Σχήμα 2. Κατάταξη στο πολύ-δομικό επίπεδο SOLO

Γνωστική πορεία κατάταξης στο συσχετιστικό της SOLO

Στο Σχήμα 3 αποτυπώνεται η γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών στο Συσχετιστικό επίπεδο της SOLO. Όπως και στα προηγούμενα, οι μαθητές/τριες αρχικά βρίσκονταν κατά 85% στο

"Χαμηλό" επίπεδο κατάταξης, ενώ σταδιακά, μετά από το 1ο ενδιάμεσο τεστ, όπως και μετά από το 2ο ενδιάμεσο τεστ, βελτίωσαν τα μαθησιακά αποτελέσματά τους, σε μικρότερο όμως βαθμό από τις προηγούμενες κατηγορίες επιπέδων της SOLO. Αξιοπρόσεχτο είναι ότι όλο και περισσότεροι/ες μαθητές/τριες συσσωρεύθηκαν στο post-test στο "Μεσαίο" επίπεδο κατάταξης (50%), ενώ οι υπόλοιποι/ες μοιράστηκαν μεταξύ του "Χαμηλού" και του "Υψηλού" επιπέδου κατάταξης.



Σχήμα 3. Κατάταξη στο συσχετιστικό επίπεδο SOLO

Συζήτηση-συμπεράσματα

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της παρούσας διδακτικής παρέμβασης στο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής της Γ΄ Γυμνασίου, του ΑΠΣ στην Ελλάδα, οδήγησε στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Αρχικά διαπιστώθηκε ότι μια στοιχειοθετημένη διαδικασία κατασκευής μοντέλων ΔΑ με βάση τα δεδομένα είναι διδάξιμη και χρήσιμη σε νεαρούς/ές μαθητές/τριες (Podworny et al., 2021).

Τα ευρήματά μας απαντούν θετικά στο 1ο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή βελτιώνεται η επίδοση των μαθητών/τριών της Γ΄ Γυμνασίου μετά από μια διδακτική παρέμβαση σε Δέντρα Απόφασης με τη χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων. Άλλωστε από τη μελέτη της βιβλιογραφίας έχει διαπιστωθεί ότι η διδασκαλία χωρίς σύνδεση (unplugged) βοηθά στη βελτίωση κατάκτησης αρκετών εννοιών που σχετίζονται με την τεχνολογία από τους/τις μαθητές/τριες (Hermans & Aivaloglou, 2017· Ma et al., 2023· Wohl et al., 2015). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της εν λόγω διδακτικής παρέμβασης.

Αναφορικά με το 2ο ερευνητικό ερώτημα και την αποτύπωση της γνωστικής πορείας των μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου κατά τη διδασκαλία ΔΑ με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, ιεραρχημένη στα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η διδακτική παρέμβαση είχε θετική επίδραση στους/τις μαθητές/τριες. Σταδιακά κατακτήθηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό οι στόχοι κάθε επιμέρους δραστηριότητας και βελτιώθηκε σημαντικά η μαθησιακή κατάταξη των συμμετεχόντων/ουσών στα ιεραρχημένα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό.

Επιπλέον στοιχεία που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη και πιθανόν να συνετέλεσαν στην βελτίωση της εικόνας των μαθητών/τριών είναι: α) Η εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης, η οποία ως εκπαιδευτική μέθοδος ενθαρρύνει την κριτική σκέψη και ενισχύει την ενεργό συμμετοχή και αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών. Έρευνες έχουν δείξει ότι η συνεργατική μάθηση προωθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πεδία STEM (Casad & Jawaharlal, 2012· Mosley et al., 2016), και β) Η πλαισίωση της μαθησιακής εμπειρίας με τη χρήση αντικείμενων ή παραδειγμάτων που εντάσσονται στο κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο των μαθητών/τριών, όπως αντίστοιχα σημειώνουν προηγούμενες έρευνες διδασκαλίας της ΤΝ στα σχολεία (Eguchi et al., 2021· Oyelere et al., 2022).

Περιορισμοί-μελλοντικές προτάσεις

Κατά την υλοποίηση της παρούσας έρευνας η τελευταία δραστηριότητα (Μεταγνωστική) δεν υλοποιήθηκε, λόγω χρονικού περιορισμού, με αποτέλεσμα να μην προσδιοριστεί η κατάταξη των μαθητών/τριών στο ανώτερο επίπεδο της "εκτεταμένης θεώρησης" της SOLO.

Επιπλέον, στον Πίνακα 1 παρουσιάστηκε η συσχέτιση των ερωτήσεων κάθε τεστ με τα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO και συγκεκριμένα ποιες από αυτές συνεισφέρουν βαθμολογικά στην κατάταξη των μαθητών/τριών σε κάθε ένα από τα ως άνω επίπεδα. Η ύπαρξη μόλις μίας ερώτησης για την κατάταξη των μαθητών/τριών στο Πολύ-δομικό και στο Συσχετιστικό επίπεδο στο 1ο ατομικό τεστ μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα. Προτείνεται η χρήση μεγαλύτερου αριθμού ερωτήσεων σε μελλοντική έρευνα, για την ασφαλέστερη κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων στα επίπεδα της SOLO.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων στη διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης φαίνεται να λειτουργεί ικανοποιητικά, αφού μετά την υλοποίηση της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/τριες βελτίωσαν σημαντικά τα μαθησιακά τους αποτελέσματα. Προτείνεται τέτοιου είδους παρεμβάσεις για τη διδασκαλία των ΔΑ να εφαρμοστούν και σε άλλες τάξεις του Γυμνασίου με κατάλληλες προσαρμογές του διδακτικού σεναρίου. Παρόμοιες έρευνες θα μπορούσαν να επεκταθούν περαιτέρω για τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε διάφορες έννοιες Τεχνητής Νοημοσύνης με σκοπό την αποκόμιση εμπειριών και συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης εγγραμματισμού στην ΤΝ.

Αναφορές

Biggs, J., & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the observed learning outcome)*. Academic press.

Casad, B., & Jawaharlal, M. (2012). Learning through guided discovery: An engaging approach to K-12 STEM education. *Proceedings of the 2012 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings* (pp. 25.886.1 - 25.886.15). ASEE. https://doi.org/10.18260/1-2--21643

Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. *Proceedings of the FabLearn 2019 Conference* (pp. 104-111). ACM. https://doi.org/10.1145/3311890.3311904

Eguchi, A., Okada, H., & Muto, Y. (2021). Contextualizing AI education for K-12 students to enhance their learning of AI literacy through culturally responsive approaches. *KI-Künstliche Intelligenz*, *35*(2), 153-161. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00737-3

Fleischer, Y., Podworny, S., & Biehler, R. (2024). Teaching and Learning to construct data-based decision trees using data cards as the first introduction to machine learning in middle school. *Statistics Education Research Journal*, *23* (1), 3. https://doi.org/10.52041/serj.v23i1.450

Hermans, F., & Aivaloglou, E. (2017). To Scratch or not to Scratch? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (pp. 49-56). ACM. https://doi.org/10.1145/3137065.3137072

Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). Developing middle school students' AI literacy. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 191-197). ACM. https://doi.org/10.1145/3408877.3432513

Lehner, L., & Landman, M. (2024). Unplugged decision tree learning-A learning activity for machine learning education in K-12. *Proceedings of the International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* (pp. 50-65). Springer.

Lindner, A., Seegerer, S., & Romeike, R. (2019). Unplugged activities in the context of AI. *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives* (pp. 123-135). Springer.

Ma, R., Sanusi, I. T., Mahipal, V., Gonzales, J. E., & Martin, F. G. (2023). Developing machine learning algorithm literacy with novel plugged and unplugged approaches. *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (vol. 1, pp. 298-304). ACM. https://doi.org/10.1145/3545945.3569772

Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research & Development, 50*, 43-59

Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic cooperative learning promotes student STEM interest. *American Journal of Engineering Education, 7*(2), 117-128.

Oyelere, S. S., Sanusi, I. T., Agbo, F. J., Oyelere, A. S., Omidiora, J. O., Adewumi, A. E., & Ogbebor, C. (2022). Artificial Intelligence in african schools: Towards a contextualized approach. *Proceedings of the 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1577-1582). IEEE. https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766550

Podworny, S., Fleischer, Y., Hüsing, S., Biehler, R., Frischemeier, D., Höper, L., & Schulte, C. (2021). Using data cards for teaching data based decision trees in middle school. *Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1-3). ACM. https://doi.org/10.1145/3488042.3489966

Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2021). Evaluation of an online intervention to teach Artificial Intelligence with LearningML to 10-16-year-old students. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 177-183). ACM. https://doi.org/10.1145/3408877.3432393

Sabuncuoglu, A. (2020). Designing One year curriculum to teach Artificial Intelligence for middle school. *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 96-102). ACM. https://doi.org/10.1145/3341525.3387364

Sanusi, I. T., Omidiora, J. O., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). Preparing middle schoolers for a machine learning-enabled future through design-oriented pedagogy. *IEEE Access*, *11*, 39776-39791. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3269025

Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). Developing middle school students' understanding of machine learning in an African school. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100155

Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *International Journal of Child-Computer Interaction*, *25*, 100182. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Williams, R., Ali, S., Devasia, N., DiPaola, D., Hong, J., Kaputsos, S. P., Jordan, B., & Breazeal, C. (2023). AI + ethics curricula for middle school youth: Lessons learned from three project-based curricula. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *33*(2), 325-383. https://doi.org/10.1007/s40593-022-00298-y

Wohl, B., Porter, B., & Clinch, S. (2015). Teaching Computer Science to 5-7-year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 55-60). ACM. https://doi.org/10.1145/2818314.2818340

Ξόμαλης, Γ. (2022). *Διδακτική της μηχανικής μάθησης στο σχολείο* [Πτυχιακή εργασία]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης για την Υποστήριξη Εξατομικευμένης Μάθησης: Αποτελέσματα μιας Διδακτικής Παρέμβασης

Γεώργιος Ερρίκος Χλαπάνης[1], Σπυρίδων Οδυσσέας Χλαπάνης[2]
hlapanis@aegean.gr, odyhlapanis@aueb.gr
[1]Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
[2]Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών/Αρχιμήδης/Ερευνητικό Κέντρο "Αθηνά"

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την επίδραση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) ως εργαλείου υποστήριξης της εξατομικευμένης μάθησης σε μαθητές της Β' Λυκείου. Συγκεκριμένα, εξετάζεται πώς η ενσωμάτωση της πλατφόρμας ChatGPT μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση και τις επιδόσεις των μαθητών στην ενότητα *Δομή Επανάληψης* στη γλώσσα προγραμματισμού ΓΛΩΣΣΑ. Στην έρευνα συμμετείχαν 17 μαθητές του 2ου Γενικού Λυκείου Κω, μέσω μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης διάρκειας δύο διδακτικών συνεδριών. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών μετά τη χρήση της ΤΝ, ενώ οι μαθητές εξέφρασαν θετικές στάσεις απέναντι στη χρήση της ΤΝ στη μάθηση. Η μελέτη αναδεικνύει τον ρόλο της ΤΝ στην υποστήριξη της εξατομικευμένης μάθησης και παρέχει πρακτικές κατευθύνσεις για την αξιοποίησή της στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική έρευνα, εξατομικευμένη μάθηση, Τεχνητή Νοημοσύνη

Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η ενσωμάτωσή της σε όλους τους τομείς της ζωής έχει επηρεάσει σημαντικά και την εκπαίδευση. Η ΤΝ έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι νέοι άνθρωποι προσλαμβάνουν πληροφορία. Ο στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας θα πρέπει να εκσυγχρονιστεί για να εκμεταλλευτεί αυτή την τεχνολογία και να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται και αλληλεπιδρούν με τη γνώση. Η ΤΝ παρέχει τη δυνατότητα για εξατομικευμένη μάθηση, προσαρμοσμένη στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα και το προφίλ κάθε μαθητή, επιτρέποντας μια πιο αποτελεσματική και ενδυναμωτική εκπαιδευτική εμπειρία (Chen et al., 2020).

Η ανάγκη για μια μαθητοκεντρική προσέγγιση, όπου ο κάθε μαθητής λαμβάνει την απαραίτητη υποστήριξη για να εξελιχθεί σύμφωνα με τις δυνατότητές του, είναι πιο επιτακτική από ποτέ (Holmes et al., 2019). Η ΤΝ, με τα εργαλεία και τις μεθόδους που προσφέρει, μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, επιτρέποντας την προσαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού και των δραστηριοτήτων στις ατομικές ανάγκες των μαθητών (Luckin & Holmes, 2016).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει την επίδραση της χρήσης της ΤΝ ως εργαλείου υποστήριξης της εξατομικευμένης μάθησης. Συγκεκριμένα, εξετάζεται πώς η ενσωμάτωση μιας πλατφόρμας ΤΝ, όπως το ChatGPT, μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση των μαθητών σε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα, να βελτιώσει τις επιδόσεις τους και να επηρεάσει τις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση. Η έρευνα αυτή φιλοδοξεί να συμβάλει στη συζήτηση γύρω από την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία και να παράσχει χρήσιμα ευρήματα για εκπαιδευτικούς και φορείς λήψης αποφάσεων.

Θεωρητικό πλαίσιο

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) αναφέρεται στην ικανότητα των μηχανών να μιμούνται ανθρώπινες νοητικές λειτουργίες όπως η μάθηση και η επίλυση προβλημάτων (Luckin & Holmes, 2016) και αξιοποιείται στην εκπαίδευση για την ανάπτυξη συστημάτων που υποστηρίζουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες. Οι ιστορικές απαρχές της ΤΝ εντοπίζονται στο έργο του Alan Turing (1950) και την πρότασή του για μηχανές με νοημοσύνη ισοδύναμη με την ανθρώπινη, οδηγώντας από τα πρώτα Έξυπνα Διδακτικά Συστήματα (Intelligent Tutoring Systems - ITS) των δεκαετιών 1970 και 1980, που στόχευαν στην προσομοίωση εξατομικευμένης διδασκαλίας (Roll & Wylie, 2016), σε σύγχρονες εφαρμογές όπως προσαρμοστικά συστήματα μάθησης, ανάλυση μαθησιακών δεδομένων (Learning Analytics) και επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Holmes et al., 2019). Αυτή η εξέλιξη επιτρέπει τη δημιουργία συστημάτων που αναλύουν δεδομένα, αναγνωρίζουν πρότυπα μάθησης και παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση (Chen et al., 2020). Η ΤΝ προσφέρει σημαντικά εργαλεία για την εξατομικευμένη μάθηση, αντιμετωπίζοντας την πρόκληση της ικανοποίησης των ποικίλων αναγκών ενός ετερογενούς μαθητικού πληθυσμού (Holmes et al., 2019) μέσω της προσαρμογής του περιεχομένου, του ρυθμού και του επιπέδου δυσκολίας στις ατομικές ανάγκες (Luckin & Holmes, 2016). Η άμεση ανατροφοδότηση μέσω ΤΝ ενισχύει την αυτοπεποίθηση των μαθητών (Chen et al., 2020), ενώ η ΤΝ λειτουργεί συμπληρωματικά προς τον εκπαιδευτικό, ενισχύοντας τη διδασκαλία (Holmes et al., 2019).

Προηγούμενες έρευνες υποστηρίζουν εκτενώς την αξιοποίηση της ΤΝ για την υποστήριξη της εξατομικευμένης μάθησης (Chen et al., 2020· Roll & Wylie, 2016). Οι Luckin και Holmes (2016) τονίζουν τη δυνατότητα ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας μέσω προσαρμοσμένης ανατροφοδότησης. Μια συστηματική ανασκόπηση των Chen et al. (2020) επισημαίνει την εστίαση σε έξυπνα διδακτικά συστήματα και προσαρμοστικές πλατφόρμες που αξιοποιούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Οι Roll και Wylie (2016) αναδεικνύουν τη μετατόπιση προς πιο προηγμένα συστήματα με επεξεργασία φυσικής γλώσσας και μεγάλα δεδομένα, υπογραμμίζοντας τη δυνατότητα μετασχηματισμού της εκπαιδευτικής πρακτικής. Παράλληλα, οι Holmes et al. (2019) επισημαίνουν προκλήσεις ηθικής χρήσης, προστασίας δεδομένων και τον ρόλο του εκπαιδευτικού. Πρόσφατες μελέτες εστιάζουν στα Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα (LLMs), όπως το ChatGPT, εξετάζοντας τις ευκαιρίες και τις προκλήσεις για την εκπαίδευση (Kasneci et al., 2023· Rudolph et al., 2023· van Dis et al., 2023). Ειδικότερα, οι Kasneci et al. (2023) αναλύουν τον ρόλο των LLMs στην ανώτατη εκπαίδευση, ενώ οι Lo (2023) και Adeshola & Adepoju (2024) διερευνούν τον αντίκτυπο του ChatGPT στην εξατομικευμένη μάθηση. Οι van Dis et al. (2023) θέτουν ερευνητικές προτεραιότητες για την κατανόηση της αλληλεπίδρασης των μαθητών με αυτά τα συστήματα.

Παρά τις προόδους, η εξατομικευμένη μάθηση παραμένει πρόκληση (Holmes et al., 2019), και η βιβλιογραφία παρουσιάζει κενά, όπως την περιορισμένη έμφαση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ιδιαίτερα σε μαθήματα προγραμματισμού (Chen et al., 2020), και την έλλειψη αξιολόγησης εμπορικά διαθέσιμων LLMs (Holmes et al., 2019). Επίσης, υπάρχει ανάγκη για περισσότερες εμπειρικές μελέτες σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην ΤΝ (Luckin & Holmes, 2016) και τις επιπτώσεις της χρήσης της στην αυτονομία και την κριτική σκέψη. Η παρούσα έρευνα φιλοδοξεί να συμβάλει στην κάλυψη αυτών των κενών, εξετάζοντας την πρακτική εφαρμογή της ΤΝ σε ένα πραγματικό εκπαιδευτικό περιβάλλον στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, διερευνώντας τα μαθησιακά αποτελέσματα και τις αντιλήψεις των μαθητών, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ΤΝ έχει τη δυνατότητα να προσφέρει ευέλικτα εργαλεία (Luckin & Holmes, 2016) χωρίς να υποκαθιστά τον εκπαιδευτικό (Roll & Wylie, 2016).

Με βάση τα παραπάνω, η έρευνα αυτή στοχεύει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά τη χρήση της ΤΝ ως εργαλείου υποστήριξης μάθησης;
- Πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται και αξιολογούν τη χρήση της ΤΝ στην εκπαιδευτική τους διαδικασία;
- Σε ποιο βαθμό η χρήση της ΤΝ επηρεάζει τη στάση των μαθητών απέναντι στη μάθηση και την αυτοπεποίθησή τους στην επίλυση προβλημάτων;
- Ποιοι παράγοντες διευκολύνουν ή παρεμποδίζουν την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην τάξη;

Με την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων, η έρευνα φιλοδοξεί να συμβάλει στην κατανόηση του ρόλου της ΤΝ στην υποστήριξη της εξατομικευμένης μάθησης και να παράσχει πρακτικές προτάσεις για την αξιοποίησή της στην εκπαιδευτική πρακτική.

Μεθοδολογία

Δείγμα και συμμετέχοντες

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 17 μαθητές ενός τμήματος της Β' Λυκείου του 2ου Γενικού Λυκείου Κω. Το τμήμα θεωρείται μέτριο όσον αφορά τις ακαδημαϊκές επιδόσεις, με τους περισσότερους μαθητές να παρουσιάζουν διάθεση για συνεργασία και συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ηλικιακή κατανομή του δείγματος είναι η εξής: 16 μαθητές είναι 17 ετών και μία μαθήτρια είναι 18 ετών. Το φύλο των συμμετεχόντων κατανέμεται σε 8 κορίτσια και 9 αγόρια, προσφέροντας μια ισορροπημένη αντιπροσώπευση φύλων στο δείγμα.

Όλοι οι μαθητές διαθέτουν κινητό τηλέφωνο, γεγονός που διευκολύνει την πρόσβαση σε ψηφιακές εφαρμογές και την επικοινωνία. Επιπλέον, 14 μαθητές έχουν υπολογιστή στο σπίτι, ενώ 3 μαθητές δεν διαθέτουν, κάτι που μπορεί να επηρεάσει την δυνατότητά τους να ασχοληθούν με δραστηριότητες που απαιτούν πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή εκτός σχολείου.

Όσον αφορά τον εκπαιδευτικό προσανατολισμό, 6 μαθητές ακολουθούν την Ανθρωπιστική κατεύθυνση στη Β' Λυκείου και προγραμματίζουν να συνεχίσουν σε αυτήν στη Γ' Λυκείου. Οι υπόλοιποι 11 μαθητές ακολουθούν τη Θετική κατεύθυνση. Από αυτούς, στη Γ τάξη, 6 μαθητές σκοπεύουν να προχωρήσουν στις Θετικές Επιστήμες ή Επιστήμες Υγείας, ενώ οι υπόλοιποι 5 θα επιλέξουν τον Προσανατολισμό Οικονομίας και Πληροφορικής.

Οι ακαδημαϊκές επιδόσεις του τμήματος κατά το Α' τετράμηνο ήταν οι εξής:

Μέσος όρος στις εργασίες: 12,95 στα 20.

Μέσος όρος στο διαγώνισμα του Α' τετραμήνου: 10,46 στα 20.

Συνολικός μέσος όρος βαθμολογίας του Α' τετραμήνου: 14,59 στα 20.

Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι το τμήμα παρουσιάζει μια ποικιλία σε επίπεδο επιδόσεων, με μαθητές που έχουν ανάγκη από πρόσθετη υποστήριξη για τη βελτίωση της κατανόησής τους. Η εφαρμογή μιας παρέμβασης με χρήση της ΤΝ είναι ιδιαίτερα σχετική σε αυτό το πλαίσιο, καθώς μπορεί να προσφέρει εξατομικευμένη μάθηση και να ανταποκριθεί στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών.

Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

Στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκαν ποικίλα εργαλεία συλλογής δεδομένων για την αξιολόγηση της επίδρασης της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) στην εξατομικευμένη μάθηση των μαθητών. Το κύριο εργαλείο ήταν η διδακτική παρέμβαση με τη χρήση της ΤΝ, συγκεκριμένα

μέσω της πλατφόρμας ChatGPT, η οποία ενσωματώθηκε στη διαδικασία μάθησης ως υποστηρικτικό μέσο.

Η παρέμβαση σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν βαθύτερα τις δομές επανάληψης ΟΣΟ, ΓΙΑ και ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ στη γλώσσα προγραμματισμού ΓΛΩΣΣΑ, καθώς και να αναπτύξουν την ικανότητα μετατροπής μεταξύ αυτών των δομών. Επρόκειτο για μαθητές ενός τμήματος Γενικής Παιδείας της Β΄ Λυκείου, του 2ου ΓΕΛ Κω. Η παρέμβαση έγινε τον Ιανουάριο του 2025, όταν, σύμφωνα με τις οδηγίες διδασκαλίας εισαγωγής στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου για το σχολικό έτος 2024-2025, είχαν ήδη υλοποιηθεί οι ενότητες Κεφάλαιο 2.2 Αλγόριθμοι, 2.2.1. Ορισμός Αλγορίθμου (2 ώρες), 2.2.5. Αναπαράσταση αλγορίθμου (1 ώρα), 2.2.6. Δεδομένα και Αναπαράστασή τους (χωρίς Δομές Δεδομένων) (1 ώρα), 2.2.7. Εντολές και δομές αλγορίθμου 2.2.7.1. Εκχώρηση, Είσοδος και Έξοδος τιμών, 2.2.7.2. Δομή ακολουθίας (5 ώρες), 2.2.7.3. Δομή Επιλογής (6 ώρες) και 8 από τις 10 ώρες για την ενότητα 2.2.7.4. Δομή Επανάληψης.

Οι διδακτικοί στόχοι της παρέμβασης καθορίστηκαν ώστε να καλύψουν τη μάθηση σε επίπεδο γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων.

- Όσον αφορά τις γνώσεις, οι στόχοι ήταν: Να αναγνωρίζουν τις διαφορές και τις ομοιότητες μεταξύ των τριών δομών επανάληψης, των ΟΣΟ, ΓΙΑ και ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ στη ΓΛΩΣΣΑ. Να διατυπώνουν τους κανόνες μετατροπής μεταξύ των δομών επανάληψης.
- Όσον αφορά τις δεξιότητες, οι στόχοι ήταν: Οι μαθητές να εφαρμόζουν τις δομές επανάληψης σε προγραμματιστικά προβλήματα. Να μετατρέπουν αλγόριθμους από μια μορφή δομής επανάληψης σε άλλη. Να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά μία πλατφόρμα ΤΝ (όπως το ChatGPT) για την αναζήτηση πληροφοριών και την επίλυση απορριών.
- Όσον αφορά τις στάσεις, οι στόχοι ήταν: Οι μαθητές να αναπτύξουν θετική στάση απέναντι στη χρήση της ΤΝ ως εργαλείο μάθησης. Να αισθάνονται αυτοπεποίθηση στη χρήση της ΤΝ για την επίλυση προβλημάτων. Να αμφισβητούν κριτικά και να αξιολογούν τις απαντήσεις που λαμβάνουν από την ΤΝ.

Υλοποίηση και χρονοπρογραμματισμός

Η υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας μια σειρά από βήματα που στόχευαν στην αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στη μαθησιακή διαδικασία. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε δύο διδακτικές συνεδρίες συνολικής διάρκειας 90 λεπτών (45 και 45 λεπτά), ακολουθώντας το παρακάτω χρονοδιάγραμμα του πίνακα 1:

Πίνακας 1. Χρονοπρογραμματισμός Παρέμβασης

Χρόνος	Είδος Παρέμβασης
5 λεπτά	Εισαγωγή και παρουσίαση του μαθήματος
15 λεπτά	Φάση 1 - Αρχική αξιολόγηση με το Φύλλο Εργασίας 1
15 λεπτά	Εκπαίδευση στη Χρήση της ΤΝ, παρουσίαση προτροπών
30 λεπτά	Φάση 2 - Χρήση της ΤΝ με το Φύλλο Εργασίας 2 και αυτοαξιολόγηση
15 λεπτά	Φάση 3 - Τελική αξιολόγηση με το Φύλλο Εργασίας 3
10 λεπτά	Συζήτηση, ανατροφοδότηση και σύνοψη
90 λεπτά	**Συνολικός χρόνος της παρέμβασης**

Η υλοποίηση αυτή επέτρεψε την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία, παρέχοντας επαρκή χρόνο για αλληλεπίδραση των μαθητών με το εργαλείο και για την επεξεργασία των νέων γνώσεων. Αναλυτικά τα βήματα ήταν τα εξής:

- Εισαγωγή στο Μάθημα: Ο εκπαιδευτικός παρουσίασε τους μαθητές στο θέμα, εξηγώντας τη σημασία των δομών επανάληψης στη ΓΛΩΣΣΑ και τους στόχους του μαθήματος. Διατέθηκαν 5 λεπτά γι αυτήν την εισαγωγή.
- Φάση 1 - Αρχική Αξιολόγηση: Διανομή Φύλλου Εργασίας 1 (Παράρτημα 10.1): Οι μαθητές έλαβαν το πρώτο φύλλο εργασίας με ασκήσεις που αφορούσαν τη μετατροπή δομών επανάληψης και την ανάλυση κώδικα. Διατέθηκαν 15 λεπτά για την ατομική επίλυση των ασκήσεων χωρίς καμία εξωτερική βοήθεια.
- Εκπαίδευση στη χρήση ΤΝ: Εκπαίδευση στη Χρήση της ΤΝ: Παρουσιάστηκαν στους μαθητές οι οδηγίες και οι προτροπές για την αποτελεσματική χρήση του ChatGPT. Διατέθηκαν 15 λεπτά.
- Φάση 2 - Χρήση ΤΝ: Επανεπίλυση ασκήσεων με τη βοήθεια της ΤΝ: Οι μαθητές έλυσαν ξανά τις ίδιες ασκήσεις χρησιμοποιώντας την ΤΝ ως βοηθό, έχοντας στη διάθεσή τους 30 λεπτά. Αυτοαξιολόγηση: Ενθαρρύνθηκαν να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις με τις νέες και να αξιολογήσουν την πρόοδό τους. Αυτή τη φορά χρησιμοποιούσαν και το προγραμματιστικό περιβάλλον Διερμηνευτής της ΓΛΩΣΣΑΣ.
- Φάση 3 - Τελική Αξιολόγηση: Διανομή Φύλλου Εργασίας 3: Οι μαθητές έλαβαν νέο σύνολο ασκήσεων. Απάντηση χωρίς βοήθεια: Σε 15 λεπτά, κλήθηκαν να απαντήσουν στις ασκήσεις χωρίς τη χρήση της ΤΝ ή προγραμματιστικού περιβάλλοντος για έλεγχο των απαντήσεών τους, ώστε να αξιολογηθεί η κατανόηση που απέκτησαν.
- Συζήτηση και Ανατροφοδότηση: Ανάλυση Αποτελεσμάτων: Ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές συζήτησαν τις λύσεις, τα σημεία δυσκολίας και τα οφέλη από τη χρήση της ΤΝ. Έγινε επίδειξη στο προγραμματιστικό περιβάλλον. Συμπεράσματα: Συνοψίστηκαν τα κύρια ευρήματα και εντυπώσεις από την παρέμβαση. Ως εργασία για το σπίτι δόθηκε στους μαθητές ένα σχετικό ερωτηματολόγιο για συμπλήρωση.

Μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων

Για την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων που προέκυψαν από τα φύλλα εργασίας, εφαρμόστηκε ο στατιστικός έλεγχος *t*-test για συσχετισμένα δείγματα (paired samples t-test). Ο έλεγχος αυτός είναι κατάλληλος όταν θέλουμε να συγκρίνουμε τις επιδόσεις των ίδιων ατόμων σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές ή συνθήκες, όπως στην παρούσα μελέτη, όπου αξιολογήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS 20.0. Ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις εφαρμογής του *t*-test, συμπεριλαμβανομένης της κανονικότητας της κατανομής των διαφορών των ζευγαριών, η οποία θεωρήθηκε αποδεκτή λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος και της φύσης των εκπαιδευτικών δεδομένων.

Για τη συλλογή των ποιοτικών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε τόσο κλειστές όσο και ανοιχτές ερωτήσεις, σχεδιασμένο να αξιολογήσει τις στάσεις, τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των μαθητών σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) ως εργαλείου μάθησης. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 23 ερωτήσεις, χωρισμένες σε επτά μέρη: Γενικές Πληροφορίες, Εμπειρία Χρήσης ΤΝ, Μάθηση και Κατανόηση, Προσωπικές Εμπειρίες και Απόψεις, Τεχνικές Δυσκολίες και Υποστήριξη, Συνολική Αξιολόγηση, και Επιπλέον Σχόλια. Οι κλειστές ερωτήσεις αξιολογούσαν διάφορες πτυχές της εμπειρίας των μαθητών, χρησιμοποιώντας κλίμακες Likert πέντε σημείων. Οι ανοιχτές ερωτήσεις επέτρεπαν στους μαθητές να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους,

παρέχοντας πλούσιο ποιοτικό υλικό για ανάλυση. Η ανταπόκριση ήταν καθολική, με 17 μαθητές να συμπληρώνουν πλήρως το ερωτηματολόγιο.

Η ανάλυση των ανοιχτών ερωτήσεων πραγματοποιήθηκε με θεματική ανάλυση (Braun & Clarke, 2006). Αρχικά, οι απαντήσεις διαβάστηκαν επανειλημμένα για βαθύτερη κατανόηση. Στη συνέχεια, κωδικοποιήθηκαν, αναδεικνύοντας σημαντικά μοτίβα, τα οποία ομαδοποιήθηκαν σε θεματικές κατηγορίες. Τα θέματα αναθεωρήθηκαν για συνοχή και εγκυρότητα, ονομάστηκαν και ορίστηκαν με σαφήνεια. Τέλος, τα αποτελέσματα συντέθηκαν σε αναφορά, αναδεικνύοντας τα κύρια ευρήματα μέσα από χαρακτηριστικά αποσπάσματα. Η ανάλυση ανέδειξε βασικά θέματα σχετικά με τις εμπειρίες και αντιλήψεις των μαθητών για την ΤΝ ως εργαλείο μάθησης.

Αποτελέσματα

Ποσοτικά αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του *t*-test για συσχετισμένα δείγματα έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Συγκεκριμένα (Πίνακες 2 έως 5):

- Η μέση επίδοση στο πρώτο φύλλο εργασίας (πριν την παρέμβαση) ήταν M = 7,74, με τυπική απόκλιση SD = 7,34.
- Η μέση επίδοση στο δεύτερο φύλλο εργασίας (μετά την παρέμβαση) ήταν M = 11,35, με τυπική απόκλιση SD = 6,88.
- Η διαφορά των μέσων επιδόσεων ήταν $M\Delta$ = -3,62 (test1 - test2), με τυπική απόκλιση SD = 3,59.
- Ο *t*-στατιστικός έλεγχος έδωσε τιμή $t(16)$ = -4,16, με p = 0,001, υποδεικνύοντας στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 2. Στατιστικά Ζευγών Δειγμάτων (Paired Samples Statistics)

Ζεύγος	Μέσος Όρος	N	Τυπική Απόκλιση	Τυπικό Σφάλμα Μέσου Όρου
test1	7,74	17	7,34	1,78
test2	11,35	17	6,88	1,67

Πίνακας 3. Συσχετίσεις Ζευγαρωμένων Δειγμάτων (Paired Samples Correlations)

Ζεύγος	N	Correlation	Sig.
test1 - test2	17	0,875	0,000

Πίνακας 4. Συζευγμένες διαφορές (Paired Differences)

ΜΟ (Mean)	Τυπική απόκλιση (Std. Deviation)	Τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής (Std. Error Mean)	Διάστημα εμπιστοσύνης 95% για τη διαφορά (95% Confidence Interval of the Difference)	
			Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο
-3,61765	3,59	0,87	-5,46	-1,77

Πίνακας 5. t-Έλεγχος για Ζευγαρωμένα Δείγματα (Paired Samples Test)

Ζεύγος	t	df	Sig. (2-tailed)
test1 - test2	-4,16	16	0,001

Η στατιστική ανάλυση καταδεικνύει ότι η εκπαιδευτική παρέμβαση με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης είχε θετική επίδραση στις επιδόσεις των μαθητών. Η αύξηση της μέσης επίδοσης κατά 3,62 μονάδες (Πίνακας 2) είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0,05$), γεγονός που σημαίνει ότι η πιθανότητα η διαφορά αυτή να οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες είναι πολύ μικρή (Πίνακας 5).

Η υψηλή συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων πριν και μετά την παρέμβαση ($r = 0,88$, $p < 0,001$) υποδηλώνει ότι οι μαθητές που είχαν υψηλές επιδόσεις στο πρώτο τεστ τείνουν να έχουν υψηλές επιδόσεις και στο δεύτερο, αλλά παράλληλα όλοι οι μαθητές παρουσίασαν βελτίωση μετά την παρέμβαση (Πίνακας 3).

Το Σχήμα 1 παρουσιάζει ένα γράφημα που απεικονίζει τις επιδόσεις των μαθητών στο πρώτο και στο τρίτο φύλλο εργασίας. Η πορτοκαλί γραμμή (επίδοση στο 3ο φύλλο εργασίας, μετά την παρέμβαση) καταδεικνύει μια σαφή τάση βελτίωσης στις περισσότερες περιπτώσεις συγκριτικά με την μπλε γραμμή (επίδοση στο 1ο φύλλο εργασίας, πριν την παρέμβαση). Είναι αξιοσημείωτο ότι η πλειοψηφία των μαθητών παρουσίασε αύξηση στην επίδοσή της, με ορισμένους μαθητές (π.χ., "Μαθητής5" από 1 σε 11, "Μαθητής6" από 1,5 σε 13,5, "Μαθητής10" από 4,5 σε 13) να σημειώνουν ιδιαίτερα έντονη πρόοδο, υποδηλώνοντας σημαντική επίδραση της παρέμβασης. Παρατηρούνται επίσης περιπτώσεις όπου η επίδοση παρέμεινε σταθερή (π.χ., "Μαθητής4" στο 0,5, "Μαθητής14" στο 16) ή η πρόοδος ήταν μικρότερη (π.χ., "Μαθητής2" από 0 σε 0,5, "Μαθητής16" από 19 σε 19,5). Είναι ενδιαφέρον ότι η παρέμβαση φαίνεται να ωφέλησε μαθητές με διαφορετικά αρχικά επίπεδα γνώσεων, συμβάλλοντας τόσο στην ενίσχυση μαθητών με αρχικά χαμηλότερες επιδόσεις όσο και στη περαιτέρω βελτίωση όσων είχαν ήδη μια βάση. Ενώ η γενική εικόνα είναι θετική, η διακύμανση στην απόδοση των μαθητών μετά την παρέμβαση, αν και σε υψηλότερο μέσο επίπεδο, παραμένει, υποδεικνύοντας ότι ο βαθμός αξιοποίησης των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να διαφέρει ατομικά.

Σχήμα 1. Γράφημα με τις επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτά απαντούν θετικά στο ερευνητικό ερώτημα για το αν η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως το ChatGPT, μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή διαδικασία και να βελτιώσει τις επιδόσεις των μαθητών σε συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες, όπως η κατανόηση και η εφαρμογή των δομών επανάληψης στη γλώσσα προγραμματισμού ΓΛΩΣΣΑ.

Ποιοτικά αποτελέσματα

Η θεματική ανάλυση των απαντήσεων στις ανοιχτές ερωτήσεις ανέδειξε πέντε κύριες θεματικές κατηγορίες, οι οποίες αντανακλούν τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη χρήση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία:

- Κατανόηση/Μάθηση: οι μαθητές ανέφεραν ότι η χρήση της ΤΝ συνέβαλε σημαντικά στη βελτίωση της κατανόησής τους σχετικά με τις δομές επανάληψης στη ΓΛΩΣΣΑ. Πολλοί εκτίμησαν την αναλυτική εξήγηση και την επεξηγηματική φύση των απαντήσεων που έλαβαν. Όπως χαρακτηριστικά ανέφεραν: "*ΝΑΙ, ΚΑΤΑΝΟΗΣΑ ΚΑΛΥΤΕΡΑ ΑΥΤΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΑ*" (Μαθητής 1), "*Κατάλαβα καλύτερα την αρχή επανάληψης*" (Μαθητής 3), "*Κατάλαβα καλύτερα τις μετατροπές σε αρχή επανάληψης*" (Μαθητής 12).
- Εύκολη/Ταχεία πρόσβαση στην πληροφορία: η ταχύτητα και η ευκολία πρόσβασης στην πληροφορία αναφέρθηκαν ως σημαντικά πλεονεκτήματα. Οι μαθητές εκτίμησαν την άμεση ανταπόκριση της ΤΝ και την αποτελεσματικότητα στην επίλυση απορριών. Π.χ., "*Ήταν ταχύτατη*" (Μαθητής 1), "*Μπορούμε πολύ εύκολα να απαντήσουμε σε πολλά ερωτήματα*" (Μαθητής 2), "*Ταχύτητα, εγκυρότητα, αξιοπιστία*" (Μαθητής 5).
- Αναλυτικές εξηγήσεις: οι αναλυτικές και σαφείς εξηγήσεις που παρείχε η ΤΝ βοήθησαν τους μαθητές να κατανοήσουν βαθύτερα τις έννοιες και τις διαδικασίες. Πχ. "*Η αναλυτικότητα των εξηγήσεων που έδινε*" (Μαθητής 3), "*Το πόσο αναλυτικά εξηγούσε την διαδικασία της άσκησης*" (Μαθητής 12), "*Μας εξηγεί καλά*" (Μαθητής 17).
- Θετική στάση: οι μαθητές εξέφρασαν θετικές απόψεις σχετικά με την εφαρμογή της ΤΝ ως εκπαιδευτικού εργαλείου. Αναγνώρισαν την αξία της στη διευκόλυνση της μάθησης και πρότειναν την περαιτέρω ενσωμάτωσή της στο σχολείο. Π.χ., "*Θα πρέπει να ενσωματωθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι ένα πολύ χρήσιμο τεχνολογικό εργαλείο*" (Μαθητής 5), "*Θεωρώ ότι πολλές φορές βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα μαθήματα*" (Μαθητής 14), "*Πιστεύω πως θα έπρεπε να χρησιμοποιείται περισσότερο στο σχολείο*" (Μαθητής 4).
- Προβληματισμός: παρά τη γενική θετική στάση, εκφράστηκαν ανησυχίες σχετικά με τη χρήση της ΤΝ, επισημαίνοντας την ανάγκη για μέτρο και σωστή προσέγγιση, ώστε να μην αντικαταστήσει την αυτόνομη σκέψη των μαθητών. Πχ. "*Χρειάζεται στα μαθήματα αλλά με κάποιο όριο και με σωστό τρόπο*" (Μαθητής 2), "*Πρέπει να χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις και όχι να γίνει μια συνήθεια*" (Μαθητής 3), "*Θα πρέπει να χρησιμοποιείται με μέτρο*" (Μαθητής 12).

Η πλειοψηφία των μαθητών αξιολόγησε θετικά τη συνολική τους εμπειρία με τη χρήση της ΤΝ στην τάξη, περιγράφοντάς την ως "πολύ καλή", "δημιουργική και ευχάριστη", ακόμη και "απίστευτη". Παράλληλα, λίγοι μαθητές πρότειναν την ενίσχυση της χρήσης της ΤΝ και σε άλλα μαθήματα, ενώ δεν αναφέρθηκαν σημαντικές τεχνικές δυσκολίες. Τα ποιοτικά δεδομένα αναδεικνύουν ότι η χρήση της ΤΝ μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο υποστήριξης της μάθησης, ενισχύοντας την κατανόηση και την αυτονομία των μαθητών. Η αναλυτική καθοδήγηση, η ταχύτητα παροχής πληροφοριών και η δυνατότητα εξατομίκευσης αναγνωρίστηκαν ως βασικά πλεονεκτήματα. Η ανάγκη για ορθολογική χρήση και

ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία με κατάλληλο τρόπο αποτελεί έναν σημαντικό προβληματισμό που αναδύθηκε από τα δεδομένα.

Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε την επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ), μέσω του ChatGPT, στην εξατομικευμένη μάθηση μαθητών Β' Λυκείου. Τα ευρήματα παρέχουν απαντήσεις στα τέσσερα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν.

Πρώτον, η παρέμβαση οδήγησε σε στατιστικά σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών [$t(16) = -4{,}16$, $p = 0{,}001$], ενισχύοντας την κατανόησή τους στις δομές επανάληψης. Δεύτερον, οι μαθητές αντιλήφθηκαν την ΤΝ ως ένα ισχυρό υποστηρικτικό εργαλείο, αξιολογώντας θετικά την ικανότητά της να παρέχει άμεσες και αναλυτικές εξηγήσεις, εκφράζοντας ταυτόχρονα προβληματισμούς για την ορθή χρήση και την πιθανότητα υπερβολικής εξάρτησης. Τρίτον, τα ποιοτικά δεδομένα υπέδειξαν ότι η εμπειρία ενίσχυσε τη θετική στάση των μαθητών απέναντι στα τεχνολογικά εργαλεία και πιθανώς την αυτοπεποίθησή τους, αν και η τελευταία δεν μετρήθηκε ποσοτικά. Τέλος, ως παράγοντες που διευκόλυναν την ενσωμάτωση αναδείχθηκαν η εξατομικευμένη υποστήριξη και η τεχνολογική εξοικείωση των μαθητών, ενώ οι ανησυχίες για εξάρτηση και η ανάγκη για παιδαγωγική καθοδήγηση αναγνωρίστηκαν ως πιθανά εμπόδια.

Ένα κεντρικό στοιχείο της επιτυχίας της παρέμβασης ήταν η εφαρμογή μιας παιδαγωγικά θεμελιωμένης εξατομίκευσης. Αν και η δραστηριότητα με το ChatGPT ήταν κοινή για όλους, η υλοποίησή της διέφερε για τον κάθε μαθητή. Συγκεκριμένα, ο κάθε συμμετέχων προσάρμοζε τις ερωτήσεις και την εστίαση της αλληλεπίδρασης ανάλογα με τις δικές του εντοπισμένες ελλείψεις και μαθησιακές ανάγκες. Αυτή η προσέγγιση αναδεικνύει μια θεμελιώδη δυνατότητα των σύγχρονων εργαλείων ΤΝ: την παροχή εξατομίκευσης χωρίς να απαιτείται η εκ των προτέρων αναλυτική διερεύνηση του μαθησιακού προφίλ ή ο προκαθορισμός συγκεκριμένων ερωτήσεων για κάθε μαθητή.

Αντιθέτως, ο ίδιος ο μαθητής καλείται να αναστοχαστεί τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει και, μέσω ενός δυναμικού "διαλόγου" με τη μηχανή ΤΝ, να λάβει την προσαρμοσμένη ανατροφοδότηση που χρειάζεται. Αυτή η διαδικασία συνδέεται άρρηκτα με σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες, όπως ο Εποικοδομισμός (Constructivism), η Μεταγνώση (Metacognition) και Αυτορρυθμιζόμενη Μάθηση (Self-regulated Learning). Ο μαθητής δεν είναι παθητικός δέκτης πληροφοριών. Αντιθέτως, οικοδομεί ενεργά τη γνώση του, θέτοντας ερωτήματα, δοκιμάζοντας υποθέσεις και ενσωματώνοντας τις απαντήσεις της ΤΝ στις υπάρχουσες γνωστικές του δομές. Επιπλέον, η διαδικασία απαιτεί από τον μαθητή να σκεφτεί πάνω στη σκέψη του (μεταγνώση), δηλαδή να αναγνωρίσει τι δεν καταλαβαίνει. Στη συνέχεια, αναλαμβάνει την πρωτοβουλία να ρυθμίσει τη μάθησή του, χρησιμοποιώντας το εργαλείο στρατηγικά για να καλύψει τα κενά του. Το ChatGPT λειτουργεί εδώ ως ένας "συνεργάτης" που υποστηρίζει τον κύκλο της αυτορρύθμισης (στοχοθεσία, παρακολούθηση, προσαρμογή).

Τα ευρήματα αυτά ευθυγραμμίζονται με θεωρητικές προσεγγίσεις που υποστηρίζουν την ΤΝ ως μέσο προσφοράς εξατομικευμένης μάθησης (Luckin & Holmes, 2016) και ενίσχυσης της αυτορυθμιζόμενης μάθησης μέσω άμεσης ανατροφοδότησης (Chen et al., 2020). Οι θετικές αντιλήψεις και οι προβληματισμοί των μαθητών συνάδουν με προηγούμενες μελέτες (Roll & Wylie, 2016) και την άποψη ότι η ΤΝ λειτουργεί συμπληρωματικά στον εκπαιδευτικό, ενώ οι ανησυχίες τους απηχούν την ευρύτερη συζήτηση περί ηθικής χρήσης της τεχνολογίας (Holmes et al., 2019).

Συμπεράσματα και προτάσεις

Συνοψίζοντας, η έρευνα υποδεικνύει ότι η ενσωμάτωση της ΤΝ, και συγκεκριμένα του ChatGPT, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για την υποστήριξη της εξατομικευμένης μάθησης στο πλαίσιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οδηγώντας σε μετρήσιμη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Παρά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, η έρευνα υπόκειται σε σημαντικούς περιορισμούς. Ένας θεμελιώδης περιορισμός της παρούσας μελέτης, είναι η απουσία ομάδας ελέγχου. Περαιτέρω περιορισμοί περιλαμβάνουν το μικρό μέγεθος του δείγματος (17 μαθητές), την εστίαση σε ένα πολύ συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο και τη σύντομη διάρκεια της παρέμβασης (δύο διδακτικές ώρες).

Για την γενίκευση των αποτελεσμάτων, μελλοντικές έρευνες θα ήταν καλό να υιοθετήσουν πειραματικό σχεδιασμό με ομάδα ελέγχου για ασφαλέστερα συμπεράσματα. Προτείνεται επίσης η διεξαγωγή μελετών με μεγαλύτερα και πιο αντιπροσωπευτικά δείγματα, μεγαλύτερη διάρκεια παρέμβασης για την αξιολόγηση μακροπρόθεσμων επιδράσεων και η διερεύνηση της επίδρασης της ΤΝ στην ανάπτυξη ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων, όπως η κριτική σκέψη και η δημιουργικότητα. Η εφαρμογή σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια, γνωστικά αντικείμενα και σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες αποτελεί επίσης πεδίο προς διερεύνηση.

Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν την ΤΝ για να ενισχύσουν τη διδασκαλία τους, επιτρέποντας στους μαθητές να μαθαίνουν στον δικό τους ρυθμό. Ωστόσο, είναι κρίσιμο η χρήση της ΤΝ να γίνεται με τρόπο που προάγει την κριτική σκέψη και την αυτονομία, αποφεύγοντας την παθητική αναπαραγωγή και την υπερβολική εξάρτηση. Η κατάλληλη εκπαίδευση τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών στην παιδαγωγικά ορθή χρήση της ΤΝ, καθώς και η ανάπτυξη πολιτικών που διασφαλίζουν την ηθική χρήση και την ψηφιακή ισότητα, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχή και επωφελή ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Αναφορές

Adeshola, I., & Adepoju, A. P. (2024). The opportunities and challenges of ChatGPT in education. *Interactive Learning Environments*, *32*(10), 6159-6172. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253858

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, *8*, 75264-75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, *103*, 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, *13*(4), 410. https://doi.org/10.3390/educsci13040410

Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *26*(2), 582-599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, 59*(236), 433-460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Van Dis, E. A. M., Bollen, J., Zuidema, W., van Rooij, R., & Bockting, C. L. (2023). ChatGPT: five priorities for research. *Nature*, *614*(7947), 224-226. https://doi.org/10.1038/d41586-023-00288-7

Η Πρόθεση των Εκπαιδευτικών για Ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στην Εκπαιδευτική Πράξη με Εφαρμογή του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας

Σταυρούλα Πραντσούδη, Γεώργιος Φεσάκης
stapran@rhodes.aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr
Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί συμβολή στο πεδίο της Διδακτικής της Πληροφορικής μέσω της διερεύνησης της πρόθεσης των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) στην εκπαιδευτική τους πρακτική. Για τη διερεύνηση αυτή αξιοποιείται το ψυχοκοινωνικό Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model - TAM) και μελετώνται οι παράγοντες που επιδρούν στην πρόθεση των εκπαιδευτικών να υλοποιήσουν την ενσωμάτωση, καθώς και ο βαθμός επίδρασης του κάθε παράγοντα. Η έρευνα διενεργήθηκε μέσω ερωτηματολογίου σε εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν ως συντονιστές σχολικής μονάδας στην ελληνική διοργάνωση του Διαγωνισμού Πληροφορικής και ΥΣ Κάστορας-Bebras GR 2019. Με βάση τα συμπεράσματα, υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες που επιδρούν στην πρόθεση συμπεριφοράς των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική πρακτική τους, οι οποίοι μπορούν να προβλεφθούν, η δε επίδραση στους παράγοντες αυτούς μπορεί να επηρεάσει την πρόθεση συμπεριφοράς και συνεπώς τη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών ως προς την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική πράξη.

Λέξεις κλειδιά: διαγωνισμός Bebras, εκπαιδευτικοί, Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Η ψηφιακή ικανότητα αποτελεί πλέον απαραίτητο προσόν για τον μελλοντικό πολίτη και η αποτελεσματική προετοιμασία των νέων για την κατάκτησή της απασχολεί το σύνολο σχεδόν της εκπαιδευτικής κοινότητας. Στην Ελλάδα, το καινοτόμο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής (ΙΕΠ, 2022) προσαρμοσμένο στα διεθνή πρότυπα και κατευθύνσεις, εισάγει σύγχρονες θεματικές ενότητες και διδακτικές προσεγγίσεις. Μεταξύ άλλων προτείνεται η διασύνδεση της Πληροφορικής με άλλα γνωστικά αντικείμενα, προωθώντας τη διεπιστημονική και διαθεματική προσέγγιση της Πληροφορικής στην εκπαίδευση και προτείνεται ως κύριο εννοιολογικό όχημα της ενσωμάτωσης αυτής η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) (Fessakis et al., 2018· Wing, 2006· 2011· Φεσάκης, 2019).

Η ΥΣ αποτελεί μια νοοτροπία, ένα σύνολο από έννοιες, μεθόδους και πρακτικές της Πληροφορικής, που μπορεί να αξιοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής ή της επιστήμης (Denning & Martell, 2015· Wing, 2011). Ως έννοια εμφανίστηκε ήδη από τη δεκαετία 1960, και ακολούθησε μακρά συζήτηση γύρω από τον ορισμό, τις διαστάσεις και πρακτικές, και τον τρόπο καλλιέργειάς της. Για την ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις, ποικίλες ως προς την παιδαγωγική και μεθοδολογία τους (Bocconi et al., 2022). Η αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης, ωστόσο, της ΥΣ στην εκπαίδευση, προϋποθέτει την αναγνώριση του κυρίαρχου ρόλου των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν την ενσωμάτωση αυτή (Grant & Hill, 2006) και συνεπώς η κατάλληλη προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών και υποστήριξη-επιμόρφωση των ενεργών εκπαιδευτικών αποκτούν καθοριστική σημασία (Φεσάκης & Πραντσούδη, 2021).

Ως προς την αποδοχή και χρήση της τεχνολογίας, και στην παρούσα περίπτωση της ΥΣ, η ανθρώπινη συμπεριφορά επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες, ενδογενείς και εξωγενείς. Στην περίπτωση των εκπαιδευτικών, η τελική συμπεριφορά τους καθορίζεται από μια σειρά παραγόντων που την επηρεάζουν και συνεπώς η ερμηνεία της συμπεριφοράς απαιτεί την εξέταση των παραγόντων αυτών. Θεωρητικά μοντέλα συνδέουν τους διάφορους παράγοντες επίδρασης με την ανθρώπινη συμπεριφορά (Davis et al., 1989) και ειδικά για την περίπτωση της πρόθεσης χρήσης τεχνολογίας έχει διατυπωθεί, μεταξύ άλλων, το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) (Davis, 1986). Στο άρθρο αυτό αξιοποιήθηκε το Μοντέλο TAM και οι παράγοντες που το διαμορφώνουν για να μελετηθεί η πρόθεση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική.

Στην παρούσα μελέτη, μετά την εισαγωγή στην ΥΣ, τις παρεμβάσεις υποστήριξης των εκπαιδευτικών, και τις πρωτοβουλίες ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση, γίνεται εισαγωγή στη δομή του ψυχοκοινωνικού Μοντέλου TAM και τους παράγοντες που το αποτελούν. Στο ερευνητικό μέρος παρουσιάζεται η διερεύνηση της ισχύος των υποθέσεων του Μοντέλου TAM για την περίπτωση εκπαιδευτικών που συμμετείχαν ως συντονιστές σχολικής μονάδας στη διοργάνωση του Διαγωνισμού Πληροφορικής και ΥΣ Κάστορας-Bebras GR 2019. Η μελέτη ολοκληρώνεται με τις απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα και συμπεράσματα.

Υπολογιστική Σκέψη και εκπαιδευτικοί

Η αποτελεσματική ένταξη της Πληροφορικής στην εκπαίδευση προσεγγίζεται με ποικίλους τρόπους διεθνώς και η ΥΣ προτείνεται ως εννοιολογικό όχημα υλοποίησης της ένταξης αυτής (Grant & Hill, 2006· Fessakis et al., 2018). Η υποστήριξη των εκπαιδευτικών στην αναβάθμιση των δεξιοτήτων τους ώστε να είναι σε θέση να υλοποιήσουν την ένταξη της ΥΣ στη διδακτική πρακτική τους είναι απαραίτητη (Bocconi et al., 2022). Προηγουμένως θα πρέπει να αρθούν οι ενδεχόμενες παρανοήσεις των εκπαιδευτικών στο πεδίο της ΥΣ και να ενισχυθούν με την απαραίτητη γνώση του αντικειμένου, δηλαδή των κατάλληλων εννοιών, διαστάσεων και πρακτικών της ΥΣ, αλλά και την παιδαγωγική γνώση, δηλαδή να εξοπλιστούν με γνώση νέων διδακτικών προσεγγίσεων και τεχνικών (Meltzer & Otero, 2015).

Παρά την αναγνώριση της σημασίας ένταξης της ΥΣ στην εκπαίδευση και την επικαιρότητα του όρου, καταγράφονται λανθασμένες αντιλήψεις και παρανοήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με αυτή (Bower et al., 2017· Fesakis & Prantsoudi, 2019). Η πρόθεση των εκπαιδευτικών για υλοποίηση της ενσωμάτωσης καταγράφεται θετική, ωστόσο δε φαίνεται να αναγνωρίζουν τη διεπιστημονική διάσταση και την επιστημολογική σημασία της ΥΣ και συχνά ταυτίζουν λανθασμένα την ΥΣ με μια από τις διαστάσεις ή πρακτικές της (Corradini et al., 2017· Ling et al., 2017). Για την υποστήριξη του έργου των εκπαιδευτικών υλοποιούνται διεθνώς παρεμβάσεις επιμόρφωσης των ενεργών και προετοιμασίας των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών οι οποίες ποικίλουν ως προς το είδος, τη διάρκεια και τη μεθοδολογία τους (Kong et al., 2020· Reichert et al., 2020· Φεσάκης & Πραντσούδη, 2021). Στον τομέα αυτό, απαραίτητη θεωρείται και η συμβολή των υπεύθυνων χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, στελεχών της εκπαίδευσης, εκπαιδευτικών ιδρυμάτων (Reichert et al., 2020), καθώς και η ύπαρξη κατάλληλα σχεδιασμένων προγραμμάτων επαγγελματικής κατάρτισης και επιμόρφωσης και διαθέσιμου υποστηρικτικού υλικού (Ketelhut et al., 2020).

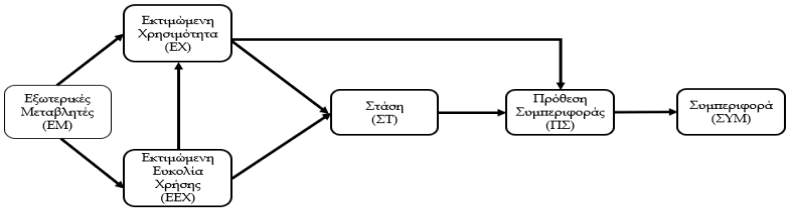
Η ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση υποστηρίζεται και από άλλες διεθνείς πρωτοβουλίες, με κορυφαία διοργάνωση στον τομέα αυτό τον Διεθνή Μαθητικό Διαγωνισμό Πληροφορικής και ΥΣ Bebras (Dagienė & Stupuriene, 2016). Ο Διαγωνισμός αποτελεί μια πολυπαραγοντική πρόκληση προώθησης της Πληροφορικής παιδείας και της ΥΣ στην εκπαίδευση και διοργανώθηκε στην Ελλάδα για πρώτη φορά τον Φεβρουάριο του 2019 (https://bebras.gr/) από το Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής

Μηχανικής (LTEE Lab) (https://ltee.aegean.gr) του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Μετά και τη δεύτερη διοργάνωση (Νοέμβριος 2019) η διεξαγωγή του Διαγωνισμού στην Ελλάδα διακόπηκε προσωρινά. Από το σχολικό έτος 2024-2025 πραγματοποιήθηκε ο επανέναρξη διοργάνωσης του Διαγωνισμού στην Ελλάδα από το Ερευνητικό Κέντρο "Αθηνά" (https://www.athenarc.gr/). Στην παρούσα έρευνα μελετάται η επίδραση της συμμετοχής στον Διαγωνισμό στην πρόθεση των εκπαιδευτικών, που ενήργησαν ως συντονιστές σχολικής μονάδας στις διοργανώσεις του 2019, να ενσωματώσουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική πρακτική τους.

Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM)

Η ανθρώπινη συμπεριφορά, λόγω της πολυπλοκότητας και του πλήθους των παραγόντων που επιδρούν σε αυτή, αποτελεί ιδιαίτερο αντικείμενο στον τομέα της ψυχολογίας. Διάφορα θεωρητικά μοντέλα συνδέουν τους εκάστοτε παράγοντες με την ανθρώπινη συμπεριφορά (Davis et al., 1989) και ειδικά για την περίπτωση της πρόθεσης χρήσης τεχνολογίας έχουν διατυπωθεί σχετικά θεωρητικά μοντέλα, μεταξύ των οποίων και το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) (Davis, 1986). Αντλώντας από θεωρίες ερμηνείας της ανθρώπινης συμπεριφοράς, το TAM εξετάζει την πρόθεση χρήσης και την καθαυτή χρήση της τεχνολογίας, ως εξαρτημένη μεταβλητή η οποία συνδέεται με παράγοντες της ανθρώπινης συμπεριφοράς και επηρεάζεται περαιτέρω από εξωγενείς παράγοντες.

Σύμφωνα με το TAM, η χρήση της τεχνολογίας (στην παρούσα περίπτωση της ΥΣ) ως εκούσια συμπεριφορά (Συμπεριφορά-ΣΥΜ) επηρεάζεται καθοριστικά από την πρόθεση του ατόμου να εκδηλώσει τη συμπεριφορά αυτή (Πρόθεση Συμπεριφοράς-ΠΣ), η οποία επίσης επηρεάζεται από τη στάση (Στάση-ΣΤ) του ατόμου έναντι της συμπεριφοράς αυτής. Στο Μοντέλο εισάγονται δύο επιπλέον παράγοντες, η Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) και η Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ) που αφορούν τις εσωτερικές πεποιθήσεις του ατόμου σχετικά με την απαίτηση καταβολής προσπάθειας για τη χρήση της τεχνολογίας και το ενδεχόμενο όφελος από τη χρήση της. Οι παράγοντες που συνθέτουν το Μοντέλο TAM και οι μεταξύ τους συνδέσεις αναπαρίστανται σχηματικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Venkatesh & Davis, 1996)

Για την περίπτωση της ΥΣ, η συμπεριφορά ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαιδευτική πρακτική (ΣΥΜ) από έναν/μια εκπαιδευτικό σχετίζεται με την Πρόθεση Συμπεριφοράς του/της (ΠΣ) να την υλοποιήσει, και τη Στάση του/της έναντι της ΥΣ. Η Στάση αυτή διαμορφώνεται από την Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ, δηλαδή το κατά πόσο ο/η εκπαιδευτικός τη θεωρεί σημαντική δεξιότητα για το μαθητικό κοινό, και από την Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης, κατά πόσο δηλαδή ο/η εκπαιδευτικός αισθάνεται ικανός/ή να υλοποιήσει την ενσωμάτωση αυτή. Οι δυο αυτοί παράγοντες, που συνδέονται και μεταξύ τους, επηρεάζονται από εξωγενείς παράγοντες (Εξωτερικές Μεταβλητές - ΕΜ), ενώ η σύνδεση ΕΧ και ΠΣ αναπαριστά τη θεώρηση ότι οι άνθρωποι σχηματίζουν προθέσεις συμπεριφοράς

σχετικά με τη χρήση τεχνολογίας με βάση την εκτίμηση του πώς αυτή θα βελτιώσει την απόδοσή τους. Διερευνώντας, συνεπώς, την πιθανή επίδραση των εξωτερικών παραγόντων στις εσωτερικές πεποιθήσεις, στάσεις και προθέσεις του ατόμου, μπορεί να προβλεφθεί μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, εν προκειμένω η ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική πρακτική, σε διαφορετικά πλαίσια και χρόνους (Ajzen, 1985).

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η μελέτη των παραγόντων που επιδρούν στην πρόθεση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την ΥΣ στη διδασκαλία τους. Διερευνήθηκε η επίδραση εξωτερικών μεταβλητών (όπως τα χαρακτηριστικά της ψηφιακής τεχνολογίας, η καινοτομία, το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, κ.λπ.) και οι σχέσεις μεταξύ ΕΕΧ, ΕΧ, Σ, ΠΣ και πραγματικής συμπεριφοράς (ΣΥΜ), με βάση τις δηλώσεις των χρηστών. Η μελέτη και ανάδειξη των παραγόντων που επιδρούν στην ενσωμάτωση της ΥΣ από τους/τις εκπαιδευτικούς, βάσει του μοντέλου TAM, θα επιτρέψει τη δρομολόγηση στοχευμένων παρεμβάσεων προώθησης της ΥΣ και υποστήριξης των εκπαιδευτικών.

Μεθοδολογία και υλοποίηση της έρευνας

Σκοπός της έρευνας ήταν η συμβολή στο πεδίο της διδακτικής της Πληροφορικής, μέσω της προώθησης της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση. Στόχο αποτέλεσε η διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην πρόθεση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική, με ιδιαίτερη εστίαση στους λογικούς και συναισθηματικούς παράγοντες του Μοντέλου Αποδοχής της Τεχνολογίας. Τα συμπεράσματα από τη διερεύνηση αυτή αποτελούν συνεισφορά στο πεδίο της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση, εξετάζοντας τον παράγοντα των εκπαιδευτικών.

Στην έρευνα συμμετείχαν εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης που ενήργησαν ως συντονιστές/συντονίστριες της διενέργειας του Διαγωνισμού Πληροφορικής και ΥΣ Κάστορας-Bebras GR στις σχολικές τους μονάδες κατά τη διοργάνωση του Νοεμβρίου 2019. Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να απαντήσουν σε ειδικό ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε στο εργαλείο Google Forms και απεστάλη ηλεκτρονικά στους συντονιστές των σχολικών μονάδων. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη. Συγκεντρώθηκαν 185 απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο από τις περίπου 600 σχολικές μονάδες που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη διοργάνωση. Από τους/τις συμμετέχοντες/συμμετέχουσες, 88 ήταν άνδρες και 97 γυναίκες, στη μεγάλη τους πλειοψηφία εκπαιδευτικοί Πληροφορικής και με σχεδόν ισομερή κατανομή στις βαθμίδες εκπαίδευσης. Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ικανοποιητική εκπροσώπηση όλων των κατηγοριών, συνεπώς η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος επιτρέπει την ανάλυση και ενισχύει την εγκυρότητα της έρευνας (Cohen et al., 2000).

Πίνακας 1. Δημογραφικά στοιχεία δείγματος

Δημογραφικός παράγοντας		***N***	**Ποσοστό %**
Φύλο συμμετεχόντων:	Άνδρας	88	47.57%
	Γυναίκα	97	52.43%
Ειδικότητα:	Πληροφορικής (ΠΕ86)	173	93.51%
	Δάσκαλοι (ΠΕ70)	9	4.87%
	Άλλη (ΠΕ03, ΠΕ04)	3	1.62%
Βαθμίδα εκπαίδευσης:	Πρωτοβάθμια	72	38.92%
	Δευτεροβάθμια	110	59.46%

	Και οι 2 βαθμίδες	3	1.62%

Οι Παράγοντες που συνθέτουν το Μοντέλο TAM διαμορφώθηκαν από ένα σύνολο κατάλληλων ερωτήσεων-δηλώσεων (items), διαφορετικών για κάθε παράγοντα. Οι δηλώσεις αυτές ομαδοποιήθηκαν για να συνθέσουν τα δομικά στοιχεία (constructs) του Μοντέλου. Οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν σε διαβαθμισμένη κλίμακα Likert με τιμές από "1-Διαφωνώ" έως "5-Συμφωνώ" τον βαθμό συμφωνίας τους με την κάθε δήλωση. Οι απαντήσεις σε κάθε μια από τις δηλώσεις αθροίστηκαν για την εκτίμηση του Παράγοντα στον οποίο συμβάλουν. Οι Παράγοντες και οι αντίστοιχες δηλώσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Δομικά στοιχεία του Μοντέλου TAM

Δομικό στοιχείο-Παράγοντας (Construct)	**Συντόμευση**	**Ερώτηση-Δήλωση (Item)**
Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ)	ΕΧ1	Ρ10. Η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί μορφωτικό αγαθό γενικής παιδείας που θα πρέπει να αναπτύξουν όλοι/ες ανεξαιρέτως οι μαθητές/τριες.
	ΕΧ2	Ρ11. Η ΥΣ μπορεί να επηρεάσει θετικά την επαγγελματική εξέλιξη των μαθητών/τριών, ανεξάρτητα από τον τομέα των σπουδών και το επάγγελμα που θα επιλέξουν.
	ΕΧ3	Ρ12. Η ΥΣ περιλαμβάνει ικανότητες επίλυσης προβλημάτων διαφόρων κατηγοριών και είναι απαραίτητο να διδάσκεται σε όλους τους μαθητές.
Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ)	ΕΕΧ1	Ρ13. Θεωρώ ότι οι γνώσεις μου επαρκούν για να εντάξω την ΥΣ στην μαθησιακή και διδακτική πρακτική μου.
	ΕΕΧ2	Ρ14. Η ένταξη της ΥΣ στο Πρόγραμμα Σπουδών δεν θα αυξήσει σημαντικά τον χρόνο προετοιμασίας που απαιτείται για να ανταπεξέλθω στα καθήκοντά μου.
	ΕΕΧ3*	Ρ15. Για να ενσωματώσω την ΥΣ στη διδασκαλία μου είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής.
Στάση (ΣΤ)	ΣΤ1	Ρ16. Η ΥΣ αποτελεί μια έννοια ελκυστική και σύγχρονη και η διδασκαλία της μου προκαλεί ενδιαφέρον.
	ΣΤ2	Ρ17. Η διδασκαλία της ΥΣ είναι μια διαδικασία απολαυστική για τους/τις μαθητές/τριές μου και εμένα.
	ΣΤ3	Ρ18. Θα με ενδιέφερε η ένταξη της ΥΣ στην διδακτική και μαθησιακή μου πρακτική.
	ΣΤ4	Ρ19. Θεωρώ θετικό το ενδεχόμενο ένταξης της ΥΣ ως διακριτής ενότητας στο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής.
Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ)	ΠΣ1	Ρ20. Θα με ενδιέφερε να επιμορφωθώ σχετικά με την ένταξη της ΥΣ στην εκπαιδευτική διαδικασία.
	ΠΣ2	Ρ21. Θα χρησιμοποιούσα πιθανά νέα εκπαιδευτικά σενάρια, εργαλεία και τεχνολογίες ενσωμάτωσης της ΥΣ στην διδακτική μου πρακτική.
	ΠΣ3	Ρ22. Θα προέτρεπα τους μαθητές/τριές μου να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες σχετικές με την ΥΣ.

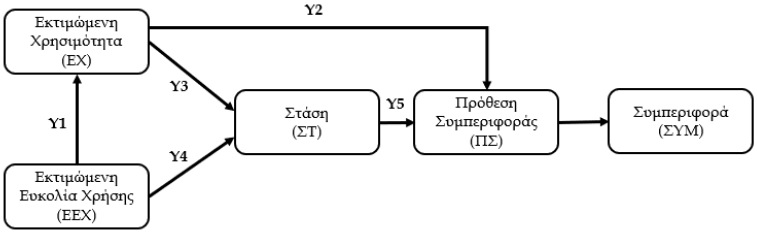
	ΠΣ4	Ρ23. Σκοπεύω να εστιάσω περισσότερο στην καλλιέργεια της ΥΣ των μαθητών/τριών μου στο μέλλον.
	ΠΣ5	Ρ24. Θα συμμετείχα σε επιμόρφωση σχετικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην διδακτική και μαθησιακή μου πρακτική.
	ΣΥΜ1	Ρ25. Χρησιμοποιώ εργαλεία και πρακτικές ενσωμάτωσης της ΥΣ στην καθημερινή διδακτική πρακτική μου.
	ΣΥΜ2	Ρ26. Φροντίζω να δίνω έμφαση στις διαστάσεις και έννοιες της ΥΣ κατά την διδασκαλία μου.
Συμπεριφορά (ΣΥΜ)	ΣΥΜ3	Ρ27. Χρησιμοποιώ το διαθέσιμο υλικό για την καλλιέργεια της ΥΣ των μαθητών μου.
	ΣΥΜ4	Ρ28. Παρακολουθώ επιμορφώσεις και σεμινάρια σχετικά με την ΥΣ.
	ΣΥΜ5	Ρ29. Συμμετέχω σε δραστηριότητες για την προώθηση της ΥΣ στην εκπαίδευση.

**Η ερώτηση ΕΕΧ3 αφαιρέθηκε μετά τον υπολογισμό του δείκτη αξιοπιστίας Cronbach a, διότι δεν συνέβαλε στην αξιοπιστία της ΕΕΧ.*

Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (ΤΑΜ) εισαγάγει την παραδοχή ότι η υιοθέτηση κάποιας τεχνολογίας επηρεάζεται από έναν αριθμό ψυχοκοινωνικών παραγόντων, μεταξύ των οποίων βρίσκονται η Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ), η Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ), και η Στάση (ΣΤ), οι οποίοι καθορίζουν την Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ) των εκπαιδευτικών ως προς την τεχνολογία αυτή. Η Πρόθεση Συμπεριφοράς επηρεάζει στη συνέχεια την Συμπεριφορά (ΣΥΜ) του ατόμου σχετικά με την τεχνολογία. Για τη διερεύνηση της ισχύος εφαρμογής του Μοντέλου ΤΑΜ διατυπώθηκαν προς διερεύνηση οι εξής υποθέσεις:

- Υ1: Η Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ επηρεάζεται σημαντικά από την Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ) της.
- Υ2: Η Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ) των εκπαιδευτικών επηρεάζεται σημαντικά από την Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ.
- Υ3: Η Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών ως προς την ΥΣ επηρεάζεται σημαντικά από την Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ.
- Υ4: Η Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών έναντι της ΥΣ επηρεάζεται επίσης σημαντικά από την Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ) της ΥΣ.
- Υ5: Η Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ) των εκπαιδευτικών αναφορικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στη διδασκαλία τους επηρεάζεται σημαντικά από την Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών ως προς αυτή.

Στο Σχήμα 2 αναπαρίστανται γραφικά οι παραπάνω παράγοντες και οι μεταξύ τους συνδέσεις-Υποθέσεις προς διερεύνηση, με βάση τη δομή του Μοντέλου ΤΑΜ.



Σχήμα 2. Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Venkatesh & Davis, 1996)

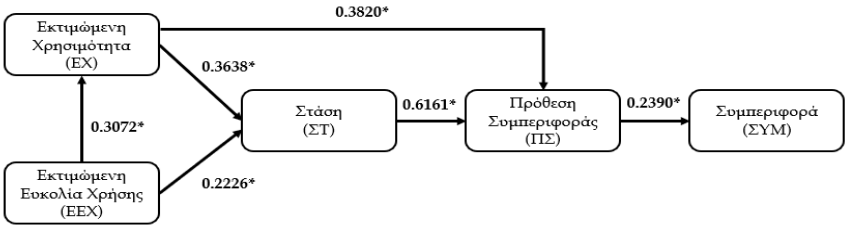
Πριν τον έλεγχο των υποθέσεων του Μοντέλου Αποδοχής τεχνολογίας διενεργήθηκαν έλεγχοι της αξιοπιστίας και της κανονικότητας του δείγματος. Για το καθένα από τα 5 δομικά στοιχεία-παράγοντες του δείγματος, διενεργήθηκε έλεγχος της αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας των δηλώσεων και προέκυψαν τιμές για τον δείκτη αξιοπιστίας Cronbach's *alpha* που αντανακλούν γενικά υψηλή εσωτερική αξιοπιστία του δείγματος (ΕΧ: 0,8681, ΕΕΧ: 0,6136, ΣΤ: 0,8208, ΠΣ: 0,8818, ΣΥΜ: 0,8606). Ειδικά για την περίπτωση της ΕΕΧ, όπου ο δείκτης αξιοπιστίας είναι χαμηλότερος των υπολοίπων, ο περιορισμός αυτός ελήφθη υπόψιν κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ακολούθησε ο έλεγχος κανονικότητας των παραγόντων (τεστ Anderson-Darling, Shapiro-Wilk, Jarque-Bera, Lilliefors) μέσω του οποίου διαπιστώθηκε κανονικότητα μεταξύ των μεταβλητών. Η πλήρωση των κριτηρίων εσωτερικής αξιοπιστίας και κανονικότητας επέτρεψε την διενέργεια ελέγχων που προϋποθέτουν τα κριτήρια αυτά.

Για τον εντοπισμό της ύπαρξης πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των παραγόντων του Μοντέλου ΤΑΜ εφαρμόστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman (rho). Οι τιμές που προέκυψαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Συσχετίσεις μεταξύ παραγόντων του Μοντέλου ΤΑΜ

Correlation matrix (Spearman):					
Variables	**ΕΧ**	**ΕΕΧ**	**ΣΤ**	**ΠΣ**	**ΣΥΜ**
ΕΧ	1	0,3072	0,3638	0,3820	0,3284
ΕΕΧ	0,3072	1	0,2226	0,1152	0,5001
ΣΤ	0,3638	0,2226	1	0,6161	0,3091
ΠΣ	0,3820	0,1152	0,6161	1	0,2390
ΣΥΜ	0,3284	0,5001	0,3091	0,2390	1
Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05					
***p*-values:**					
Variables	**ΕΧ**	**ΕΕΧ**	**ΣΤ**	**ΠΣ**	**ΣΥΜ**
ΕΧ	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ΕΕΧ	< 0,0001	0	0,0023	0,1173	< 0,0001
ΣΤ	< 0,0001	0,0023	0	< 0,0001	< 0,0001
ΠΣ	< 0,0001	0,1173	< 0,0001	0	0,0010
ΣΥΜ	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0010	0
Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05					

Από τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης Spearman (rho), διαπιστώνονται όντως ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων του Μοντέλου ΤΑΜ, γεγονός που συνολικά επιβεβαιώνει την ισχύ του Μοντέλου και τις εσωτερικές συνδέσεις των παραγόντων του. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε η σύνδεση της ΕΕΧ με την ΠΣ, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί μερικώς και στην χαμηλή εσωτερική αξιοπιστία των δηλώσεων του παράγοντα ΕΕΧ που επισημάνθηκε προηγουμένως. Οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης Spearman (rho) για τις ισχυρές συσχετίσεις των παραγόντων του Μοντέλου ΤΑΜ και τις υποθέσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται σχηματικά στο Σχήμα 3. Και σχηματικά επιβεβαιώνεται η επίδραση των παραγόντων του ΤΑΜ μεταξύ τους και συνολικά στην τελική Συμπεριφορά του ατόμου. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι η πραγματική συμπεριφορά των εκπαιδευτικών αποτιμάται μόνο με βάση τις δηλώσεις τους και δεν κατέστη εφικτή η αποτίμηση της πραγματικής τους συμπεριφοράς με άλλες μεθόδους.



Σχήμα 3. Έλεγχος συσχέτισης παραγόντων του Μοντέλου ΤΑΜ, $p < 0,05$

Από τις αρχικές υποθέσεις, με βάση τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης Spearman (rho), προκύπτουν οι συσχετίσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αποτίμηση συσχετίσεων βάσει συντελεστή Spearman (rho)

	Συσχετίσεις Μοντέλου ΤΑΜ	**Spearman (rho)**
Υ1	Η Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ) της ΥΣ επηρεάζει σημαντικά την Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ.	0,3072
Υ2	Η Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) επηρεάζει σημαντικά την Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ) των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική και διδακτική τους πρακτική.	0,3820
Υ3	Η Εκτιμώμενη Χρησιμότητα (ΕΧ) της ΥΣ επηρεάζει σημαντικά την Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών ως προς την ΥΣ.	0,3638
Υ4	Η Εκτιμώμενη Ευκολία Χρήσης (ΕΕΧ) της ΥΣ επηρεάζει σημαντικά την Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών έναντι της ΥΣ.	0,2226
Υ5	Η Στάση (ΣΤ) των εκπαιδευτικών επηρεάζει σημαντικά την Πρόθεση Συμπεριφοράς (ΠΣ) των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική και διδακτική τους πρακτική.	0,6161

Από τη συνολική εκτίμηση των ευρημάτων προκύπτει η επαλήθευση της ισχύος του Μοντέλου ΤΑΜ για την περίπτωση των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν ως συντονιστές στον Διαγωνισμό Bebras 2019 και την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η Πρόθεση Συμπεριφοράς ενός/μιας εκπαιδευτικού μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων η εν γένει Στάση του/της εκπαιδευτικού έναντι της ΥΣ, καθώς και η ΕΧ και η ΕΕΧ της. Ο/η εκπαιδευτικός θα ενσωματώσει την ΥΣ στη διδασκαλία του/της εφόσον θεωρεί ότι είναι χρήσιμη, εύκολη στη χρήση της και είναι ως άτομο θετικά διακείμενος/η προς αυτή. Προκειμένου, λοιπόν, να επηρεαστεί η Πρόθεση του/της εκπαιδευτικού να ενσωματώσει ΥΣ στη διδασκαλία του/της, θα πρέπει να επηρεαστεί καθένας από τους τρεις αυτούς καθοριστικούς παράγοντες, ή/και άλλοι, τρίτοι, εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν προηγουμένως τον καθένα καθοριστικό παράγοντα. Η επιρροή στην Πρόθεση Συμπεριφοράς οδηγεί σε επιρροή και στην ίδια την πραγματική Συμπεριφορά του/της εκπαιδευτικού.

Συμπεράσματα

Στο άρθρο αυτό διερευνήθηκε η συμβολή των εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων επίδρασης στην πρόθεση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική. Η επίδραση στους παράγοντες (ΕΧ, ΕΕΧ, ΣΤ) που επηρεάζουν την πρόθεση

των εκπαιδευτικών θα επιδράσει στην ίδια τη συμπεριφορά τους, δηλαδή στην ίδια την ενσωμάτωση, ή μη, της ΥΣ στην πρακτική τους. Προηγούμενη επίδραση στις εξωτερικές μεταβλητές που επηρεάζουν τους παράγοντες αυτούς θα οδηγήσει επίσης σε επιρροή της Πρόθεσης Συμπεριφοράς και της ίδιας της Συμπεριφοράς.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα αυτή αποτελούν σημαντική συμβολή στον τομέα της διδακτικής της Πληροφορικής, διερευνώντας τη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών, οι οποίοι/ες καλούνται να υλοποιήσουν τις εκάστοτε εκπαιδευτικές πολιτικές. Με την ανάδειξη των παραγόντων επίδρασης στη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών μπορεί να τροφοδοτηθεί η υλοποίηση στοχευμένων παρεμβάσεων και η χάραξη εκπαιδευτικών πολιτικών για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση. Επιπλέον, αναδεικνύεται η συμβολή του Διαγωνισμού Κάστορας-Bebras και παρεμφερών πρωτοβουλιών στην προώθηση της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση. Με αφορμή την πρόσφατη επανέναρξη της διοργάνωσης του Διαγωνισμού δημοσιεύονται τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής για λόγους ιστορικότητας και ενδεχόμενης μελλοντικής χρήσης τους σε σχετικές έρευνες, αλλά και ως προτεινόμενη μεθοδολογία διερεύνησης των προθέσεων των εκπαιδευτικών.

Ως κατεύθυνση για μελλοντική έρευνα προτείνεται η διερεύνηση του βαθμού επίδρασης του κάθε παράγοντα ξεχωριστά στην Πρόθεση Συμπεριφοράς, καθώς και η μελέτη της Πραγματικής Συμπεριφοράς και της σύνδεσής της με την Πρόθεση Συμπεριφοράς των εκπαιδευτικών. Επίσης, προτείνεται η εκτενέστερη διερεύνηση των εξωτερικών μεταβλητών που επιδρούν στους παράγοντες του TAM, καθώς και η επανάληψη της έρευνας σε εκπαιδευτικούς μετά και την πρόσφατη επανέναρξη υλοποίησης του Διαγωνισμού Bebras στην Ελλάδα. Μεθοδολογικά, προτείνεται η επέκταση της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα εκπαιδευτικών, καθώς και ο συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων για την εκτενέστερη διερεύνηση της αποδοχής της ΥΣ από εκπαιδευτικούς. Τέλος, προτείνεται να αξιοποιηθεί το TAM ως θεωρητική θεμελίωση για τη διερεύνηση της αποδοχής και άλλων τεχνολογιών από τους/τις εκπαιδευτικούς, ώστε να τροφοδοτηθούν στοχευμένες παρεμβάσεις προετοιμασίας και επιμόρφωσής τους. Με τη διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών θα προωθηθεί η αποτελεσματική υλοποίηση της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση και η ενίσχυση της Πληροφορικής παιδείας διεθνώς.

Αναφορές

Ajzen, I. (1985). From intentions to action: A theory of planned behavior. In J. Kuhl, & J. Beckman (Eds.) *Action control. SSSP Springer series in social psychology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, 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

Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W., Howe, C., Lister, R., Mason, R., Highfield, K., & Veal, J. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education, 42*(3), 4. https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n3.4

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th ed.). Routledge/Falmer. https://doi.org/10.4324/9780203224342

Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Conceptions and misconceptions about computational thinking among Italian primary school teachers. *Proceedings of ACM Conference, International Computing Education Research* (pp. 136-144). ACM. https://doi.org/10.1145/3105726.3106194

Dagienė, V., & Stupuriene, G. (2016). Bebras - a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking. *Informatics in Education, 15*(1), 25-44. https://doi.org/10.15388/infedu.2016.02

Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. [Doctoral dissertation]. MIT Sloan School of Management]. http://hdl.handle.net/1721.1/15192

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science, 35*(8), 982-1003. http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982

Denning, P. J., & Martell, C. H. (2015). *Great principles of computing*. The MIT Press. http://dx.doi.org/10.7551/mitpress/9809.001.0001

Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M. S. Khine (Ed.), *Computational thinking in the STEM disciplines: Foundations and research highlights*. Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_10

Fessakis, G. & Prantsoudi, S. (2019). Computer science teachers' perceptions, beliefs and attitudes on computational thinking in Greece. *Informatics in Education, 18*(2), 227-258. http://dx.doi.org/10.15388/infedu.2019.11

Grant, M. & Hill, J. R. (2006). Weighing the rewards with the risks? Implementing student-centered pedagogy within highstakes testing. In R. Lambert, & C. McCarthy (Eds.), *Understanding teacher stress in the age of accountability* (pp. 19-42). Information Age Publishing.

Ketelhut, D. J., Mills, K., Hestness, E., Cabrera, L., Plane, J., & McGinnis, J. R. (2020). Teacher change following a professional development experience in integrating computational thinking into elementary science. *Journal of Science Education and Technology, 29* (4), 173-187. https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-019-09798-4

Kong, S.-C., Lai, M. & Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education, 151* (3), 103872. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872

Ling, U. L., Saibin, T. C., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2017). Preliminary investigation: Teachers' perception on Computational Thinking Concepts. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC), 9*(2-9), 23-29. https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/2672

Meltzer, D. E. & Otero, V. K. (2015). A brief history of physics education in the United States. *American Journal of Physics, 83*, 447. https://doi.org/10.1119/1.4902397

Reichert, J. T., Couto Barone, D. A., & Kist, M., (2020). Computational thinking in K-12: An analysis with mathematics teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(6), em1847. https://doi.org/10.29333/ejmste/7832

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. *Management Science, 45*(2), 186-204. http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking-What and why. *The Link Magazine*, *6*, 20-23. https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (2022). *Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα της Πληροφορικής στις Α', Β' και Γ' τάξεις Γυμνασίου*. ΙΕΠ. https://www.iep.edu.gr/

Φεσάκης, Γ. (2019). *Εισαγωγή στις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση: Από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην ψηφιακή ικανότητα και την Υπολογιστική Σκέψη*. Εκδόσεις Gutenberg.

Φεσάκης, Γ. & Πραντσούδη, Σ. (2021). "Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην Υπολογιστική Σκέψη: μια σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση". Στο *Θ. Μπράτιτσης (Επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 33-40). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Ανάπτυξη Εννοιών Υπολογιστικής Σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο: Εμπειρικά Ευρήματα και Επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών

Ιωάννης Βουρλέτσης
vourlets@uth.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) αποτελεί κρίσιμη δεξιότητα του 21ου αιώνα, ενσωματώνοντας έννοιες, πρακτικές και στάσεις που προάγουν την επίλυση προβλημάτων σε όλα τα πεδία. Η γνωστική της διάσταση περιλαμβάνει έννοιες όπως οι ακολουθίες, οι βρόχοι και οι συνθήκες, των οποίων η κατανόηση, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, προϋποθέτει συγκεκριμένα επίπεδα γνωστικής ωριμότητας. Ωστόσο, παραμένουν ερευνητικά κενά σχετικά με την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ και τη σύνδεσή της με τις γνωστικές και μαθησιακές ανάγκες των μαθητών/τριών. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να διερευνήσει την αναπτυξιακή πορεία των εννοιών της ΥΣ μέσω της χρήσης της ελληνικής προσαρμογής του Beginners Computational Thinking Test (BCTt) σε δείγμα 517 μαθητών/τριών Α' έως Γ' δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές στις επιδόσεις ανά τάξη και έννοια, με υψηλότερες επιδόσεις στις ακολουθίες και χαμηλότερες στις συνθήκες. Συνολικά, η μελέτη παρέχει δεδομένα για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ και προτείνει κατευθύνσεις για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: αξιολόγηση, γνωστική ανάπτυξη, δημοτικό σχολείο, πρόγραμμα σπουδών, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Ο όρος *Υπολογιστική Σκέψη* (Computational Thinking· στο εξής ΥΣ), αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1980 από τον Seymour Papert ως μια διανοητική δεξιότητα που αποκτούν τα παιδιά μέσω του προγραμματισμού (Papert, 1980). Το ενδιαφέρον για την ΥΣ αναζωπυρώθηκε από την Wing (2006), που περιέγραψε την ΥΣ ως ένα σύνολο νοητικών εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, θεμελιωμένο στις αρχές της Επιστήμης των Υπολογιστών και εξίσου σημαντικό με την ανάγνωση, τη γραφή και την αριθμητική.

Η ανανέωση του ενδιαφέροντος για την ΥΣ προκάλεσε έντονη ακαδημαϊκή συζήτηση για τον ορισμό της, στην οποία κυριάρχησε το πλαίσιο της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής (Kafai et al., 2020). Η προσέγγιση αυτή εστιάζει στην καλλιέργεια θεμελιωδών εννοιών και πρακτικών που σχετίζονται με την ΥΣ, αξιοποιώντας τη θεωρία γνωστικής ανάπτυξης του Piaget (1964). Πρόσφατες έρευνες επισημαίνουν την ανάγκη για διερεύνηση περισσότερων διαστάσεων και ηλικιακών ομάδων για την πληρέστερη κατανόηση της αναπτυξιακής πορείας της ΥΣ, παρά την καταγραφή προοδευτικής ανάπτυξης ορισμένων διαστάσεων της ΥΣ σε μαθητές/τριες δημοτικού (Román-González & Pérez-González, 2024). Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να ανταποκριθεί σε αυτό το ερευνητικό κενό, εξετάζοντας την αναπτυξιακή πορεία βασικών εννοιών (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) της ΥΣ στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου και συνδέοντας τα ευρήματα με τις επιδιώξεις του νέου Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) για το μάθημα Πληροφορική και Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (ΙΕΠ, 2022).

Θεωρητικό πλαίσιο

Η γνωστική βάση και βασικές έννοιες της Υπολογιστικής Σκέψης: Ακολουθίες, βρόχοι και συνθήκες

Στο πλαίσιο της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής, ένα από τα πιο επιδραστικά μοντέλα περιγραφής της αναπτύχθηκε από τους Brennan και Resnick (2012) και την οργανώνει σε τρεις διαστάσεις: έννοιες, πρακτικές και στάσεις, με βασικές υπολογιστικές έννοιες τις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες. Οι ακολουθίες αφορούν τη σωστή διάταξη βημάτων, οι βρόχοι την επανάληψή τους και οι συνθήκες τη λήψη αποφάσεων βάσει κριτηρίων. Ο κεντρικός ρόλος των εννοιών αυτών υπογραμμίζεται από τα ευρήματα των Zeng et al. (2023), οι οποίοι στο πλαίσιο της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης ερευνών για την ΥΣ με μαθητές/τριες 2 ως 8 ετών, εντόπισαν στο 74% των ερευνών τις ακολουθίες, στο 43% τους βρόχους και στο 24% τις συνθήκες, ενώ αποτελούν και τις διαστάσεις αξιολόγησης του Beginners Computational Thinking Test (BCTt, Zapata-Cáceres et al., 2020, 2021), του οποίου η ελληνική έκδοση χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα.

Η γνωστική βάση της ΥΣ αντλείται από τη θεωρία γνωστικής ανάπτυξης του Piaget (1964). Σύμφωνα μ' αυτή, κατά το στάδιο της προλογικής σκέψης (2-7 ετών), τα παιδιά σκέφτονται με βάση συγκεκριμένα στοιχεία. Στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (7-11 ετών) αρχίζουν να αποκτούν δεξιότητες λογικής επίλυσης προβλημάτων και να χειρίζονται πιο σύνθετες σχέσεις, όπως βρόχους και συνθήκες. Η ικανότητα υποθετικής σκέψης και αφαίρεσης αναπτύσσεται στο επόμενο στάδιο.

Η έρευνα συνδέει την ΥΣ με γενικότερες γνωστικές λειτουργίες. Ειδικότερα, η ΥΣ σχετίζεται όχι μόνο με τη γενική νοητική ικανότητα αλλά και με επαγωγικές, χωρικές και λεκτικές ικανότητες (Román-González et al., 2017). Οι Gerosa et al. (2021) διαπίστωσαν ότι η κατάκτηση χρονικών ακολουθιών και η σύγκριση μεγεθών προβλέπουν την ΥΣ ήδη από το νηπιαγωγείο. Ακόμα, η διδασκαλία της ΥΣ σχετίζεται με την οπτικοχωρική μνήμη και τη γνωστική αναστολή (Robledo-Castro et al., 2023) και συνδέεται με αριθμητικές, γλωσσικές και οπτικοχωρικές δεξιότητες (Tsarava et al., 2022). Τέλος, η κοινωνική και πολυτροπική αλληλεπίδραση ενισχύει αυτή τη σύνδεση (Kjällander et al., 2021· Lai et al., 2023).

Η αναπτυξιακή πορεία της Υπολογιστικής Σκέψης στην παιδική και σχολική ηλικία

Η ανάπτυξη της ΥΣ δεν είναι γραμμική, αλλά επηρεάζεται από τη γνωστική ωρίμανση και τη συμμετοχή σε στοχευμένες μαθησιακές δραστηριότητες (Kim et al., 2021· Rijke et al., 2018· Román-González et al., 2017). Η μελέτη των Jiang και Wong (2022) με 197 μαθητές/τριες Δ' έως ΣΤ' τάξης έδειξε ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ παράλληλα με τη γνωστική ωρίμανση, καθώς οι μεγαλύτεροι/ες (12-13 ετών) σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις στις συνθήκες, τους λογικούς τελεστές και την αναγνώριση προτύπων από τους/τις μικρότερους/ες (9-11 ετών). Παρόμοια, οι Román-González et al. (2017) συνέδεσαν την ανάπτυξη της ΥΣ με τη γνωστική ωριμότητα, αξιολογώντας μεγάλο δείγμα μαθητών/τριών Ε' τάξης δημοτικού έως Α' λυκείου με το εργαλείο Computational Thinking Test (CTt, Román-González, 2015· Román-González et al., 2017). Οι Polat et al. (2021) απέδωσαν τις διαφορές μεταξύ μαθητών Ε' και ΣΤ' τάξης στη συμμετοχή των μεγαλύτερων σε πιο σύνθετα έργα, ενώ οι Kong και Wang (2023) διαπίστωσαν ότι η παρατεταμένη ενασχόληση μαθητών Δ' έως ΣΤ' τάξης με γνωστικά απαιτητικά έργα ενισχύει δεξιότητες όπως η αφαίρεση και η αλγοριθμική σκέψη.

Η ανάπτυξη της έννοιας της ακολουθίας ξεκινά από την προσχολική ηλικία και τα πρώτα χρόνια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς οι μαθητές/τριες μπορούν να κατασκευάζουν ακολουθίες (An, 2022), αντιμετωπίζοντας δυσκολίες, ωστόσο, όταν χρειάζεται να εμπλέξουν επαναλήψεις των εντολών τους (Elkin et al., 2016). Οι Sullivan και Bers (2016) ανέφεραν

επίσης διαφορές στην επίδοση στους βρόχους με χρήση αισθητήρων μεταξύ μαθητών/τριών Α΄ και Β΄ τάξης. Οι συνθήκες αποτελούν επίσης μια απαιτητική έννοια για τους/τις μαθητές/τριες. Οι Pila et al. (2019) διαπίστωσαν περιορισμένη βελτίωση στην κατανόηση των συνθηκών "when" σε μαθητές/τριες προσχολικής ηλικίας μετά από σύντομη διδακτική παρέμβαση και αντίστοιχα, οι Luo et al. (2022) παρατήρησαν ότι μαθητές/τριες Δ΄ τάξης αντιμετώπισαν δυσκολίες στην εφαρμογή συνθηκών που απαιτούσαν σύνθετη λογική. Αντίθετα, η μελέτη των Sullivan και Bers (2018) με δείγμα 98 παιδιών προσχολικής ηλικίας που συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα ρομποτικής 7 εβδομάδων, έδειξε ότι παιδιά ηλικίας 3 έως 6 ετών μπορούν να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν με επιτυχία τις συνθήκες.

Παρά την επίδραση αναπτυξιακών παραγόντων, τα χαρακτηριστικά της διδακτικής παρέμβασης μπορούν να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ. Διδακτικές παρεμβάσεις με προσαρμοσμένα στην ηλικία των μαθητών/τριών εργαλεία, όπως το Scratch, ακόμη κι αν είχαν μικρή χρονική διάρκεια, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην ενίσχυση εννοιών όπως η ακολουθία, οι βρόχοι και οι συνθήκες, ειδικά όταν συγχρονίζονται με τη γνωστική ετοιμότητα και κυρίως με την κατάκτηση μαθηματικών εννοιών (Rodríguez-Martínez et al., 2019· Tengler et al., 2022).

Τέλος, παρά τις εμπειρικές ενδείξεις για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ, οι υπάρχουσες μελέτες δεν παρέχουν ολοκληρωμένη περιγραφή της πορείας αυτής κατά τη σχολική ηλικία. Η έλλειψη επικυρωμένων εργαλείων αξιολόγησης σε συνδυασμό με τη συχνή παράβλεψη των αναπτυξιακών διαφορών και των μαθησιακών περιβαλλόντων αναδεικνύουν σημαντικά ερευνητικά κενά (Fagerlund et al., 2021· Román-González & Pérez-González, 2024).

Το νέο πρόγραμμα σπουδών για την Πληροφορική και ΤΠΕ

Το νέο ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) στο δημοτικό σχολείο, το οποίο εφαρμόστηκε ήδη σε Πρότυπα και Πειραματικά σχολεία και του οποίου η γενικευμένη εφαρμογή θα οριστεί με νέα υπουργική απόφαση, δίνει έμφαση στην ΥΣ εξοικειώνοντας τους/τις μαθητές/τριες με βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως οι ακολουθίες, οι βρόχοι και οι συνθήκες. Στην Α΄ τάξη, το ΠΣ εισάγει την έννοια του προγράμματος ως ακολουθίας βημάτων μέσω προγραμματιστικών περιβαλλόντων και απλών διαδικασιών της καθημερινότητας. Οι μαθητές/τριες δημιουργούν και εκτελούν ακολουθίες οδηγιών σε φυσικό χώρο και ψηφιακά περιβάλλοντα, για την περιγραφή κινήσεων, την επίλυση προβλημάτων και τη δημιουργική έκφραση.

Στη Β΄ τάξη, οι μαθητές/τριες επιδιώκεται να ενισχύσουν την ικανότητά τους να περιγράφουν και να εκτελούν απλά βήματα αλγορίθμων, με ιδιαίτερη έμφαση σε διαδικασίες που περιλαμβάνουν επανάληψη εντολών. Το ΠΣ εισάγει την παραμετροποίηση των ακολουθιών, την περιγραφή της λειτουργίας των διακριτών τμημάτων ενός προγράμματος και τη δημιουργία μικρών προγραμμάτων με δομές επανάληψης. Επιπλέον, οι μαθητές/τριες επιλύουν προβλήματα δημιουργώντας απλά προγράμματα που περιλαμβάνουν εντολές χειρισμού συμβάντων και καθορισμένου αριθμού επαναλήψεων.

Τέλος, στη Γ΄ τάξη, το ΠΣ δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη πιο σύνθετων προγραμματιστικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές/τριες εντοπίζουν και περιγράφουν προβλήματα με συνθήκες (π.χ. Εάν … τότε, Εάν … τότε … διαφορετικά), κατανοούν τη λογική τους με κινησιοθετικά παιχνίδια και δημιουργούν προγράμματα με επαναλήψεις και διακριτά τμήματα, εξοικειωνόμενοι/ες με τον εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της ΥΣ στο ΠΣ ακολουθεί αναπτυξιακή προσέγγιση, με τους/τις μαθητές/τριες να καλλιεργούν σταδιακά γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες για την κατανόηση και την εφαρμογή υπολογιστικών εννοιών. Παράλληλα, καλλιεργούνται δεξιότητες συνεργασίας, δημιουργικότητας, οργάνωσης και επίλυσης προβλημάτων.

Μεθοδολογία

Ερευνητικά ερωτήματα

Βασικός στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του βαθμού ανάπτυξης των εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών Α΄ έως Γ΄ τάξης δημοτικού, με έμφαση στις διαφορές επιδόσεων μεταξύ των τάξεων αλλά και μεταξύ επιμέρους εννοιών της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) εντός της ίδιας τάξης. Παράλληλα, εξετάστηκε η αντιστοιχία μεταξύ των εμπειρικών ευρημάτων και των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων που έχουν τεθεί στο νέο ΠΣ για την Πληροφορική και τις ΤΠΕ. Στο πλαίσιο αυτό, διατυπώθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών διαφορετικής τάξης;
2. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης επιμέρους εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών διαφορετικής τάξης;
3. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης επιμέρους εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών της ίδιας τάξης;
4. Υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των αναδυόμενων προτύπων επιδόσεων στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ και των αντίστοιχων προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων του νέου ΠΣ Πληροφορικής και ΤΠΕ;

Η παρούσα μελέτη υιοθετεί τα χαρακτηριστικά της περιγραφικής-συγκριτικής ερευνητικής προσέγγισης (descriptive-comparative study, Cantrell, 2011), εστιάζοντας στη σύγκριση επιδόσεων μαθητών/τριών στις έννοιες της ΥΣ, χωρίς χειρισμό μεταβλητών ή τυχαία κατανομή συμμετεχόντων. Η έμφαση δίνεται στην περιγραφή και σύγκριση των χαρακτηριστικών των ομάδων, χωρίς πρόθεση αιτιώδους διερεύνησης.

Συμμετέχοντες

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται σε ευρύτερο ερευνητικό έργο για τη μετάφραση, πολιτισμική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση της πρωτότυπης κλίμακας BCTt, για την αξιολόγηση της ανάπτυξης της ΥΣ μαθητών μικρών τάξεων δημοτικού. Το δείγμα προέκυψε από δειγματοληψία δύο σταδίων: αρχικά πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή εκπαιδευτικής περιφέρειας και στη συνέχεια σχολείων, με αποτέλεσμα την επιλογή της Περιφέρειας Αττικής και πέντε σχολείων επίβλεψής της. Η δειγματοληπτική διαδικασία οδήγησε σε αρχικό δείγμα 673 μαθητών/τριών, από το οποίο αποκλείστηκαν 156 της Δ΄ τάξης λόγω φαινομένου οροφής, με τελικό δείγμα 517 μαθητών/τριών από την Α΄ (160), τη Β΄ (172) και τη Γ΄ (185) τάξη.

Το εργαλείο συλλογής των δεδομένων

Για την αξιολόγηση της ΥΣ χρησιμοποιήθηκε η ελληνική προσαρμογή της πρωτότυπης κλίμακας BCTt (Zapata-Cáceres et al., 2020, 2021), ενός ψυχομετρικά τεκμηριωμένου εργαλείου, ανεξάρτητου από περιβάλλοντα προγραμματισμού, που βασίζεται στη δομή του CTt και έχει σχεδιαστεί ειδικά για μαθητές/τριες ηλικίας 5-10 ετών. Η ελληνική προσαρμογή υλοποιήθηκε με τυποποιημένα στάδια μετάφρασης, έλεγχο νοηματικής ισοδυναμίας και σύντομη πιλοτική χορήγηση σε μαθητές/τριες Α΄ έως Γ΄ τάξης δημοτικού, επιβεβαιώνοντας την καταλληλότητα της κλίμακας για το ελληνικό πλαίσιο (Vourletsis & Politis 2025· Βουρλέτσης & Πολίτης, 2024). Η ψυχομετρική επικύρωση ανέδειξε την αξιοπιστία και εγκυρότητα του εργαλείου, με ερωτήσεις ισορροπημένης και προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας. Η ελληνική έκδοση περιλαμβάνει 25 ερωτήσεις κλειστού τύπου, οργανωμένες σε έξι σύνολα καθένα από τα οποία καλύπτει μια ξεχωριστή υπολογιστική έννοια: τις *ακολουθίες*

(6 ερωτήσεις), τους απλούς και φωλιασμένους *βρόχους* (5 και 7 ερωτήσεις αντίστοιχα) και τις *συνθήκες* αν-τότε, αν-τότε-αλλιώς και όσο (2, 2 και 3 ερωτήσεις αντίστοιχα). Για κάθε ερώτηση, μόνο μία από τις τέσσερις δυνατές απαντήσεις είναι σωστή. Οι υπολογιστικές έννοιες που αξιολογούνται ευθυγραμμίζονται με τους δείκτες του νέου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις τάξεις Α' έως Γ' του Δημοτικού, όπου προβλέπεται σταδιακή εισαγωγή ακολουθιών, βρόχων και συνθηκών. Συνοψίζοντας, η ελληνική έκδοση αναδείχθηκε ως κατάλληλο εργαλείο για την έγκυρη και αξιόπιστη αξιολόγηση της ΥΣ στις τάξεις Α΄ έως Γ΄ δημοτικού και ακόμη περισσότερο για την Α΄ και τη Β΄.

Διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων

Πραγματοποιήσαμε τη συλλογή των δεδομένων κατά τον Μάιο και Ιούνιο του 2022 και αφού είχαμε εξασφαλίσει τις απαραίτητες άδειες. Η διάρκεια ολοκλήρωσης της δοκιμασίας κυμάνθηκε από 35 έως 55 λεπτά. Κατά την κωδικοποίηση των δεδομένων, αποδώσαμε σε καθεμία σωστή απάντηση 1 βαθμό (συνολική βαθμολογία 0-25 βαθμών), ενώ για τη διασφάλιση συγκρισιμότητας στις υποκλίμακες (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες), μετατρέψαμε τις βαθμολογίες σε κανονικοποιημένες τιμές (0-1).

Κατά την ανάλυση, αρχικά υπολογίσαμε περιγραφικά στατιστικά των βαθμολογιών. Για να διερευνήσουμε διαφορές μεταξύ των τάξεων, πραγματοποιήσαμε αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA) κατά έναν παράγοντα με τη μέθοδο Welch και πολλαπλές συγκρίσεις (Games-Howell για τη συνολική βαθμολογία, τις ακολουθίες και τους βρόχους, Tukey HSD για τις συνθήκες). Το μέγεθος της επίδρασης υπολογίστηκε με τους δείκτες ω^2 και η^2 (Cohen, 1988). Τέλος, εξετάσαμε διαφορές εντός των τάξεων με αναλύσεις διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και διόρθωση Greenhouse-Geisser.

Αποτελέσματα

Συνολική επίδοση και διαφορές μεταξύ τάξεων

Η μέση τιμή της συνολικής επίδοσης όλων των μαθητών/τριών του δείγματος υπολογίστηκε σε 14,19, η διάμεσος σε 15,00 και η τυπική απόκλιση σε 5,96, υποδεικνύοντας μέτρια διασπορά των επιδόσεων γύρω από τη μέση τιμή. Οι μαθητές/τριες της Γ΄ τάξης σημείωσαν την υψηλότερη μέση τιμή (16,35) και τη μικρότερη τυπική απόκλιση (5,03), που υποδηλώνει περισσότερο ομοιογενή επίδοση (Πίνακας 1). Συνολικά, οι μέσες τιμές των επιδόσεων ακολουθούν αυξητική τάση από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη, ενώ οι τυπικές αποκλίσεις μειώνονται, υποδεικνύοντας αυξανόμενη ομοιογένεια των επιδόσεων προς τη Γ΄ τάξη.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των συνολικών βαθμολογιών ανά τάξη

Τάξη	*N*	*Μ.Τ.*	*Διάμεσος*	*Τ.Α.*	*Ελάχιστο*	*Μέγιστο*
Α΄	160	12,44	13,00	6,22	0,00	24,00
Β΄	172	13,49	14,00	5,96	0,00	24,00
Γ΄	185	16,35	16,00	5,03	7,00	25,00
Σύνολο	**517**	**14,19**	**15,00**	**5,96**	**0,00**	**25,00**

Η ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα με τη μέθοδο του Welch έδειξε ότι η μέση τιμή της συνολικής βαθμολογίας στη δοκιμασία ήταν διαφορετική σε στατιστικά σημαντικό βαθμό μεταξύ των μαθητών/τριών διαφορετικών τάξεων, Welch's $F(2, 331{,}74) = 23{,}69$, $p < 0{,}001$. Η επίδραση της τάξης φοίτησης χαρακτηρίζεται ως μέτρια ($\omega^2 = 0{,}08$, $\eta^2 = 0{,}08$), αφού το 8% της διακύμανσης αποδίδεται στον παράγοντα της τάξης. Η διενέργεια πολλαπλών

συγκρίσεων με τη μέθοδο Games-Howell έδειξε στατιστικά σημαντική αύξηση της μέσης συνολικής επίδοσης από την Α′ στη Γ′ τάξη (3,91, 95% CI [2,46, 5,36], $p < 0,001$) και από τη Β′ στη Γ′ τάξη (2,86, 95% CI [1,48, 4,24], $p < 0,001$).

Επίδοση στις επιμέρους έννοιες και διαφορές μεταξύ τάξεων

Σύμφωνα με τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιδόσεων στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ (Πίνακας 2), οι μέσες τιμές των επιδόσεων στις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες αυξάνονται σταδιακά από την Α′ προς τη Γ′ τάξη και οι μαθητές/τριες της Γ′ τάξης σημειώνουν τις υψηλότερες τιμές. Αντίστροφα, η τυπική απόκλιση μειώνεται από την Α′ προς τη Γ′ τάξη στις ακολουθίες και τους βρόχους, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη ομοιογένεια στις μεγαλύτερες τάξεις, ενώ στις συνθήκες παραμένει σταθερή. Προκειμένου να διερευνήσουμε πιθανές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών/τριών στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ, διενεργήσαμε αναλύσεις διακύμανσης κατά έναν παράγοντα για καθεμία.

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιμέρους βαθμολογιών(κανονικοποιημένες τιμές) ανά τάξη

	Τάξη	*Μ.Τ.*	*Τ.Α.*	*Ελάχιστο*	*Μέγιστο*
Ακολουθίες	Α′	0,73	0,27	0,00	1,00
	Β′	0,77	0,26	0,00	1,00
	Γ′	0,83	0,22	0,17	1,00
Βρόχοι	Α′	0,48	0,27	0,00	1,00
	Β′	0,53	0,27	0,00	1,00
	Γ′	0,68	0,23	0,08	1,00
Συνθήκες	Α′	0,33	0,30	0,00	1,00
	Β′	0,36	0,30	0,00	1,00
	Γ′	0,46	0,31	0,00	1,00

Η ανάλυση διακύμανσης κατά Welch για τις ακολουθίες έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων, Welch's $F(2, 332,04) = 7,84$, $p < 0,001$, με μικρό μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,02$ και $\eta^2 = 0,03$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,10, 95% CI [0,04, 0,16], $p < 0,001$) και τη Β′ (0,06, 95% CI [0,01, 0,13], $p = 0,028$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,424$).

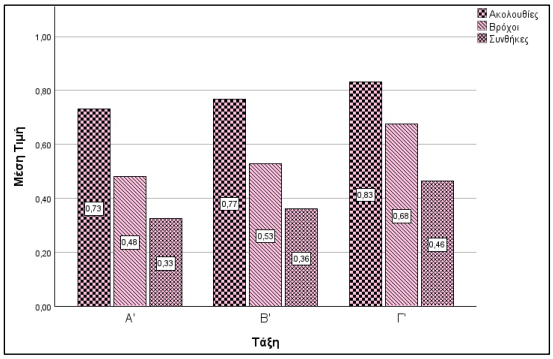
Η ανάλυση διακύμανσης κατά Welch για τους βρόχους έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων, Welch's $F(2, 332,71) = 30,09$, $p < 0,001$, με μέτριο μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,09$ και $\eta^2 = 0,10$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,19, 95% CI [0,13, 0,26], $p <0 ,001$) και τη Β′ (0,15, 95% CI [0,09, 0,21], $p < 0,001$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,241$).

Τέλος, η ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα για τις συνθήκες ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων Welch's $F(2, 514) = 9,82$, $p < 0,001$, με μικρό προς μέτριο μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,03$, $\eta^2 = 0,04$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,14, 95% CI [0,06, 0,22], $p < 0,001$) και τη Β′ (0,10, 95% CI [0,03, 0,18], $p = 0,005$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,522$).

Επίδοση στις επιμέρους έννοιες και διαφορές εντός τάξεων

Τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιδόσεων στις έννοιες της ΥΣ ανά τάξη (Πίνακα 2) ανέδειξαν το επαναλαμβανόμενο μοτίβο του Σχήματος 1 με υψηλότερες επιδόσεις στις ακολουθίες, ακολουθούμενες από τους βρόχους και τις συνθήκες. Προκειμένου να διερευνήσουμε αν οι επιδόσεις των μαθητών/τριών της ίδιας τάξης στις έννοιες της ΥΣ

διαφοροποιούνται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, διενεργήσαμε ξεχωριστές αναλύσεις διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για καθεμία τάξη.



Σχήμα 1. Μέσες επιδόσεις στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ ανά τάξη

Η ανάλυσή μας έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών/τριών της Α΄ τάξης μεταξύ των τριών εννοιών, $F(1{,}81, 288{,}33) = 234{,}01$, $p < 0{,}001$, με μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}60$, $\omega^2 = 0{,}49$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni έδειξαν ότι όλες οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$) με τις ακόλουθες μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,25, 95% CI [0,21, 0,29]), ακολουθίες-συνθήκες (0,41, 95% CI [0,35, 0,46]), βρόχοι-συνθήκες (0,16, 95% CI [0,11, 0,20]).

Παρόμοιο μοτίβο εντοπίσαμε στη Β΄ τάξη, με στατιστικά σημαντικές διαφορές, $F(1{,}87, 320{,}10) = 247{,}16$, $p < 0{,}001$, και μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}59$, $\omega^2 = 0{,}49$). Οι διαφορές μεταξύ όλων των ζευγών εννοιών ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$), με τις εξής μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,24, 95% CI [0,20, 0,28]), ακολουθίες-συνθήκες (0,41, 95% CI [0,36, 0,46]), βρόχοι-συνθήκες (0,17, 95% CI [0,13, 0,21]).

Τέλος, εντοπίσαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στη Γ΄ τάξη, $F(1{,}81, 332{,}81) = 172{,}37$, $p < 0{,}001$, με μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}48$ και $\omega^2 = 0{,}38$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni έδειξαν ότι οι διαφορές μεταξύ όλων των εννοιών ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$), με τις ακόλουθες μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,16, 95% CI [0,12, 0,20]), ακολουθίες-συνθήκες (0,37, 95% CI [0,32, 0,42]), βρόχοι-συνθήκες (0,21, 95% CI [0,16, 0,26]).

Σύνδεση της ανάπτυξης της ΥΣ με τις επιδιώξεις του προγράμματος σπουδών

Η ανάλυσή μας ανέδειξε αναπτυξιακή πρόοδο στις έννοιες της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες), η οποία ευθυγραμμίζεται με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του νέου ΠΣ Πληροφορικής και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις τάξεις Α΄ έως Γ΄ του δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα, η σταδιακή βελτίωση των επιδόσεων από την Α΄ στη Γ΄ τάξη αντικατοπτρίζει την αναπτυξιακή προσέγγιση του ΠΣ, με την εισαγωγή των ακολουθιών σε απλές διαδικασίες καθημερινής ζωής στην Α΄ τάξη, τη διδασκαλία των δομών επανάληψης στη Β΄ τάξη και τη χρήση σύνθετων συνθηκών στη Γ΄ τάξη.

Η παρατηρούμενη στην έρευνά μας προοδευτική κατάκτηση των εννοιών από τους/τις μαθητές/τριες προσφέρει ενδείξεις για τη συμβατότητα του ΠΣ με τις δυνατότητες των μαθητών/τριών στις αντίστοιχες ηλικίες. Η αυξητική τάση της συνολικής επίδοσης από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη φαίνεται να αντανακλά προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του ΠΣ

που συνάδουν με τις γνωστικές δυνατότητες κάθε ηλικιακής ομάδας, ενώ οι υψηλότερες επιδόσεις της Γ΄ τάξης αναδεικνύουν την έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη πιο σύνθετων δεξιοτήτων. Παράλληλα, οι διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις μεταξύ των εννοιών αντανακλούν γνωστικές προκλήσεις και υποδηλώνουν τη συνέπεια του ΠΣ με την αναπτυξιακή προσέγγιση.

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη επιχείρησε να συνεισφέρει στη διερεύνηση της αναπτυξιακής πορείας βασικών εννοιών της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) στις τρεις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου με χρήση έγκυρων και αξιόπιστων εργαλείων αξιολόγησής της (Fagerlund et al., 2021· Román-González & Pérez-González, 2024). Ταυτόχρονα, επιχείρησε να διερευνήσει την αντιστοίχιση των ευρημάτων με τις επιδιώξεις του νέου ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις ίδιες τάξεις. Τα ευρήματά μας παρέχουν σημείο αναφοράς για την επικείμενη καθολική εφαρμογή του νέου ΠΣ, συμβάλλοντας στον σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας ανέδειξαν τη σταδιακή πρόοδο των μαθητών/τριών στις έννοιες της ΥΣ από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη του δημοτικού σχολείου, υπογραμμίζοντας την αναπτυξιακή της διάσταση. Οι επιδόσεις ήταν υψηλότερες στις ακολουθίες, ακολουθούμενες από τους βρόχους και τις συνθήκες, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες έρευνες για προοδευτική ανάπτυξη δεξιοτήτων με την ηλικία και τη γνωστική ωρίμανση (Elkin et al., 2016· Jiang & Román-González et al., 2017· Sullivan & Bers, 2016· Wong, 2022). Η χαμηλότερη επίδοση στις συνθήκες αντανακλά τις γνωστικές προκλήσεις των σύνθετων λογικών σχέσεων, εύρημα που συνάδει με προηγούμενες έρευνες (Luo et al., 2022· Pila et al., 2019). Παράλληλα, η προοδευτική βελτίωση των επιδόσεων αντικατοπτρίζει τη θεωρία του Piaget (1964) και ευθυγραμμίζεται με την αναπτυξιακή προσέγγιση του ελληνικού ΠΣ, που προβλέπει προοδευτική εισαγωγή και εμβάθυνση εννοιών.

Παρόλο που η μελέτη μας βασίστηκε σε μεγάλο δείγμα και έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης, αναγνωρίζονται περιορισμοί όπως η γεωγραφική της εστίαση, ο εγκάρσιος σχεδιασμός χωρίς παρακολούθηση των ίδιων μαθητών/τριών σε βάθος χρόνου και η αποκλειστική χρήση ερωτημάτων πολλαπλής επιλογής. Επιπλέον, στο ισχύον πλαίσιο και στις τάξεις Α΄ έως Γ΄ του δημοτικού δε διδάσκονται συστηματικά οι υπολογιστικές έννοιες στις οποίες εστιάσαμε και επομένως τα ευρήματά μας προσφέρουν κυρίως ενδείξεις μαθησιακής ετοιμότητας πριν τη διδασκαλία. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ποιοτικές μεθόδους, να εξετάσουν τη σχέση της ΥΣ με άλλες δεξιότητες και να υλοποιήσουν διαχρονικές παρεμβάσεις ευθυγραμμισμένες με το νέο ΠΣ. Συνοψίζοντας, η μελέτη μας παρέχει δεδομένα για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ, αναδεικνύει τη σημασία προσαρμοσμένων διδακτικών παρεμβάσεων και ενισχύει τη θεωρητική βάση για τη διδασκαλία της. Επιπλέον, υποδεικνύει κατευθύνσεις διδασκαλίας, τροφοδοτώντας τη βελτίωση της εκπαιδευτικής πρακτικής.

Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε την αναπτυξιακή πορεία βασικών εννοιών της ΥΣ στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, καλύπτοντας αντίστοιχα ερευνητικά κενά. Αξιοποιώντας την ελληνική προσαρμογή του BCTt σε δείγμα 517 μαθητών/τριών Α΄ έως Γ΄ τάξης, διαπιστώθηκε σταδιακή βελτίωση από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη τόσο στις επιμέρους όσο και στις συνολικές επιδόσεις της ΥΣ, επιβεβαιώνοντας τη θεωρητική βάση της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής που εξελίσσεται με εμπειρία και διδασκαλία. Ταυτόχρονα, τα ευρήματά μας ευθυγραμμίζονται με τις επιδιώξεις του νέου ελληνικού ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ. Ωστόσο, η

δυνατότητα γενίκευσης περιορίζεται από τον εγκάρσιο σχεδιασμό, τον γεωγραφικό περιορισμό και την απουσία ποιοτικών δεδομένων. Συνολικά, η μελέτη συμβάλλει στην εκπαιδευτική πρακτική, ενισχύει τη θεωρητική βάση για τη διδασκαλία της ΥΣ και προσφέρει μια χρήσιμη αφετηρία για την εφαρμογή του νέου ΠΣ και τη μελλοντική έρευνα.

Αναφορές

An, M. (2022). CTST: Development and validation of an sequence ability in computational thinking in early childhood education. *Proceedings of the 5th International Conference on Big Data and Education* (pp. 241-247). ACM. https://doi.org/10.1145/3524383.3524445

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the Annual American Educational Research Association Meeting (*pp. 1-25). AERA. https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Cantrell, M. A. (2011). Demystifying the research process: Understanding a descriptive comparative research design. *Pediatric Nursing*, *37*(4), 188-189.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd. ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, *33*(3), 169-186. https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1216251

Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 12-28. https://doi.org/10.1002/cae.22255

Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., & Carboni, A. (2021). Cognitive abilities and computational thinking at age 5: Evidence for associations to sequencing and symbolic number comparison. *Computers and Education Open*, *2*, 100043. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100043

Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2022). Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, *38*(1), 60-75. https://doi.org/10.1111/jcal.12591

Kafai, Y., Proctor, C., & Lui, D. (2020). From theory bias to theory dialogue. *ACM Inroads*, *11*(1), 44-53. https://doi.org/10.1145/3381887

Kim, H. S., Kim, S., Na, W., & Lee, W. J. (2021). Extending Computational Thinking into Information and Communication Technology literacy measurement. *ACM Transactions on Computing Education*, *21*(1), 1-25. https://doi.org/10.1145/3427596

Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A., & Heintz, F. (2021). Elementary students' first approach to computational thinking and programming. *Education Sciences*, *11*(2), 80. https://doi.org/10.3390/educsci11020080

Kong, S.-C., & Wang, Y.-Q. (2023). Monitoring cognitive development through the assessment of computational thinking practices: A longitudinal intervention on primary school students. *Computers in Human Behavior*, *145*, 107749. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107749

Lai, X., Ye, J., & Wong, G. K. W. (2023). Effectiveness of collaboration in developing computational thinking skills: A systematic review of social cognitive factors. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(5), 1418-1435. https://doi.org/10.1111/jcal.12845

Luo, F., Israel, M., & Gane, B. (2022). Elementary Computational Thinking Instruction and Assessment: A Learning Trajectory Perspective. *ACM Transactions on Computing Education*, *22*(2), 1-26. https://doi.org/10.1145/3494579

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Piaget, J. (1964). Cognitive development in children: Development and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *2*, 176-186. https://doi.org/10.1002/tea.3660020306

Pila, S., Aladé, F., Sheehan, K. J., Lauricella, A. R., & Wartella, E. A. (2019). Learning to code via tablet applications: An evaluation of Daisy the Dinosaur and Kodable as learning tools for young children. *Computers & Education*, *128*, 52-62. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.006

Polat, E., Hopcan, S., Kucuk, S., & Sisman, B. (2021). A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills. *British Journal of Educational Technology*, *52*(5), 1965-1980. https://doi.org/10.1111/bjet.13092

Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H. S., & Tolboom, J. L. J. (2018). Computational Thinking in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education*, *17*(1), 77-92. https://doi.org/10.15388/infedu.2018.05

Robledo-Castro, C., Hederich-Martínez, C., & Castillo-Ossa, L. F. (2023). Cognitive stimulation of executive functions through computational thinking. *Journal of Experimental Child Psychology*, *235*, 105738. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105738

Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2019). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, *28*(3), 316-327. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448

Román-González, M. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. *Proceedings of the EDULEARN15 Conference* (pp. 2436-2444). IATED. https://library.iated.org/view/ROMANGONZALEZ2015COM

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. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047

Román-González, M., & Pérez-González, J.-C. (2024). Computational thinking assessment: A developmental approach. In H. Abelson, & S.-C. Kong (Eds.), *Computational thinking curricula in K-12: International implementations* (pp. 121-142). The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/14041.003.0009

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, *15*, 145-165. https://doi.org/10.28945/3547

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, *28*(2), 325-346. https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0

Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B., & Lavicza, Z. (2022). The effect of robotics-based storytelling activities on primary school students' computational thinking. *Education Sciences*, *12*(1), 10. https://doi.org/10.3390/educsci12010010

Tsarava, K., Moeller, K., Román-González, M., Golle, J., Leifheit, L., Butz, M. V., & Ninaus, M. (2022). A cognitive definition of computational thinking in primary education. *Computers & Education*, *179*, 104425. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104425

Vourletsis, I., Politis, P. (2025). Greek translation, cultural adaptation, and psychometric validation of beginners computational thinking test (BCTt). *Education and Information Technologies*, *30*, 2211-2235. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12887-6

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zapata-Cáceres, M. Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2021). BCTt: Beginners Computational Thinking Test. In *Understanding computing education (Vol 1), Proceedings of the Raspberry Pi Foundation Research Seminar series*. Raspberry Pi Foundation. www.rpf.io/seminar-proceedings-2020

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2020). Computational Thinking Test for Beginners: Design and Content Validation. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE. https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125368

Zeng, Y., Yang, W., & Bautista, A. (2023). Computational thinking in early childhood education: Reviewing the literature and redeveloping the three-dimensional framework. *Educational Research Review*, *39*, 100520. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100520

Βουρλέτσης, Ι., & Πολίτης, Π. (2024). Ελληνική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση της κλίμακας Beginners Computational Thinking Test (BCTt) για την αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης μαθητών/τριών Δημοτικού Σχολείου. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"* (619-632). ΕΤΠΕ. https://www.etpe.gr/wp-content/uploads/2025/07/8etpearticle__48_619-632.pdf

ΙΕΠ. (2022). *Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα Πληροφορική και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνιών δημοτικού*. ΙΕΠ. https://www.iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli

Εργαστήρια

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό Μικροελεγκτών με Python (με Έμφαση στην Εκπαιδευτική Πράξη)

Σίμος Αναγνωστάκης
sanagn@uoc.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Το εργαστήριο απευθύνεται σε εν ενεργεία και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που επιθυμούν εντάξουν στο πρόγραμμά τους τεχνολογικές προτάσεις βασισμένες στο Physical Computing. Σε απόφοιτους παιδαγωγικών/καθηγητικών τμημάτων σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές, σε πτυχιούχους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, σε εκπαιδευτές προγραμμάτων δια βίου μάθησης, σε εκπαιδευτικό προσωπικό της ιδιωτικής εκπαίδευσης, σε εκπαιδευτικό προσωπικό ιδιωτικών κέντρων STEM, σε εκπαιδευτές ιδιωτικών και δημόσιων ΣΑΕΚ (π. ΙΕΚ). Είναι μια καλή εισαγωγή στην χρήση Python μέσω δημιουργίας αυτοτελών έργων με βιωματικό τρόπο. Οι συμμετέχοντες/ούσες στο εργαστήριο θα πληροφορηθούν για το Raspberry Pi Pico έναν χαμηλού κόστους, υψηλής απόδοσης μικροελεγκτής πλακέτας από το Raspberry Pi Foundation, την ίδια οργάνωση που βρίσκεται πίσω από τους δημοφιλείς υπολογιστές Raspberry Pi. Θα εξοικειωθούν με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python και την αξιοποίηση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το Raspberry Pi Pico είναι μία εντυπωσιακή μικρή πλακέτα, προσφέροντας έναν ισχυρό και ευέλικτο μικροελεγκτή σε μια απίστευτα προσιτή τιμή. Έχει γίνει γρήγορα μια αγαπημένη επιλογή για χομπίστες, εκπαιδευτικούς και επαγγελματίες που θέλουν να δημιουργήσουν έξυπνα και αποδοτικά ενσωματωμένα συστήματα. Με χαμηλό κόστος: Είναι ένας από τους πιο οικονομικούς και ισχυρούς μικροελεγκτές της αγοράς. Με υψηλή απόδοση: Ο διπύρηνος επεξεργαστής Cortex-M0+ προσφέρει εξαιρετική επεξεργαστική ισχύ για τον τύπο του. Με ευελιξία: Υποστήριξη για MicroPython/C/C++ και οι προγραμματιζόμενες PIO προσφέρουν τεράστια ευελιξία. Με ενσωματωμένο Wi-Fi (Pico W): Καθιστά εύκολη τη σύνδεση στο διαδίκτυο για εφαρμογές IoT.

Λέξεις κλειδιά: hands-on activities, micropython, physical computing, Python, Rasbperry Pi Pico

Εισαγωγή

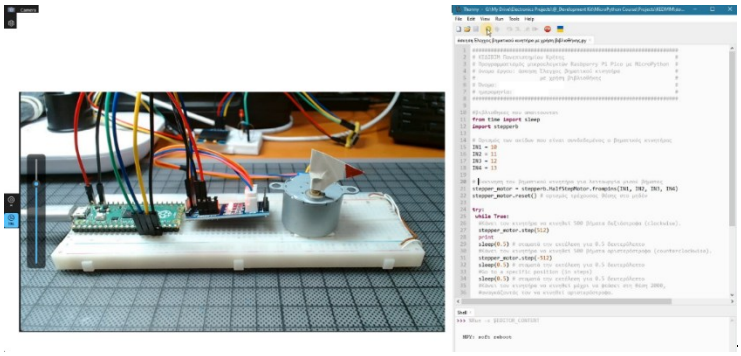
Ο όρος Physical computing αναφέρεται σε ένα πεδίο που συνδυάζει τον φυσικό κόσμο με τα υπολογιστικά συστήματα. Περιλαμβάνει τη δημιουργία δια δραστικών συστημάτων με την ενσωμάτωση λογισμικού και υλικού για την αίσθηση και την απόκριση στον αναλογικό κόσμο. Ουσιαστικά, πρόκειται για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου μέσω της χρήσης αισθητήρων, κινητήρων (ενεργοποιητών), μικροελεγκτών και άλλων στοιχείων υλικού. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία συσκευών που μπορούν να αλληλοεπιδρούν και να χειρίζονται το φυσικό περιβάλλον, όπως διαδραστικές εγκαταστάσεις, έξυπνες συσκευές, ρομποτικά συστήματα, IoT και άλλα. Το Raspberry Pi Foundation είναι μια φιλανθρωπική οργάνωση με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο με αποστολή να δώσει τη δυνατότητα στους νέους να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους μέσω της δύναμης των υπολογιστών και των ψηφιακών τεχνολογιών. Ως μακροπρόθεσμους στόχους έχει ορίσει:

Εκπαίδευση: Για να μπορέσει οποιοδήποτε σχολείο να διδάξει τους μαθητές σχετικά με την πληροφορική και πώς να δημιουργούν με ψηφιακές τεχνολογίες, παρέχοντας το καλύτερο δυνατό πρόγραμμα σπουδών, πόρων και κατάρτισης για τους εκπαιδευτικούς.

Μη τυπική μάθηση: Συμμετοχή εκατομμυρίων νέων να μάθουν για τους υπολογιστές και πώς να δημιουργούν με ψηφιακές τεχνολογίες εκτός σχολείου, μέσω διαδικτυακών πόρων και εφαρμογών, συλλόγων, διαγωνισμών και συνεργασιών με οργανώσεις νεολαίας.
Έρευνα: Να εμβαθύνουμε την κατανόησή μας για το πώς οι νέοι μαθαίνουν για τους υπολογιστές και πώς να δημιουργούν με ψηφιακές τεχνολογίες και να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη γνώση για να αυξήσουμε τον αντίκτυπο της εργασίας μας και να προωθήσουμε τον τομέα της εκπαίδευσης στους υπολογιστές.

Το Raspberry Pi Pico είναι ένας χαμηλού κόστους, υψηλής απόδοσης μικροελεγκτής πλακέτας από το Raspberry Pi Foundation, την ίδια οργάνωση που βρίσκεται πίσω από τους δημοφιλείς υπολογιστές Raspberry Pi. Κυκλοφόρησε τον Ιανουάριο του 2021 και σηματοδότησε την είσοδο του ιδρύματος στον κόσμο των μικροελεγκτών (Raspberry Pi, 2021a).

Στην καρδιά του Raspberry Pi Pico (Σχήμα 1) βρίσκεται ο επεξεργαστής RP2040, ένα chip που σχεδιάστηκε από την ίδια την Raspberry Pi Foundation. Ένα dual-core ARM Cortex-M0+ στα 133 MHz. Αυτό σημαίνει ότι έχει δύο πυρήνες επεξεργασίας που μπορούν να εκτελούν εργασίες παράλληλα, προσφέροντας εξαιρετική απόδοση για τον τύπο του. Με μνήμη RAM: 264KB, επιτρέποντας πιο πολύπλοκο κώδικα και αποθήκευση δεδομένων. Μνήμη Flash: 2MB ενσωματωμένη μνήμη Flash (Q-SPI), για την αποθήκευση του κώδικα και των δεδομένων του χρήστη. GPIO Pins: 26 πολυλειτουργικές ακίδες GPIO (General Purpose Input/Output), εκ των οποίων 3 ακίδες Αναλογικού σε Ψηφιακού Μετατροπέα (ADC). 2 x I2C, 2 x SPI, 2 x UART. 16 κανάλια PWM (Pulse-Width Modulation). USB: Micro-USB θύρα για τροφοδοσία, προγραμματισμό και επικοινωνία δεδομένων. Υποστηρίζει USB 1.1 Host και Device. Με εύρος τροφοδοσίας: 1.8-5.5V DC και ενσωματωμένο αισθητήρας θερμοκρασίας στο RP2040 (Raspberry Pi, 2021b).



Σχήμα 1. Σύνδεση stepper motor στο Pi Pico

Ο προγραμματισμός του Το Raspberry Pi Pico είναι απίστευτα ευέλικτος. Η MicroPython (*MicroPython - Python for microcontrollers*, 2021) είναι η επίσημα υποστηριζόμενη γλώσσα και ο πιο δημοφιλής τρόπος για να ξεκινήσετε. Η MicroPython είναι μια μικρή και αποδοτική υλοποίηση της γλώσσας Python, βελτιστοποιημένη για μικροελεγκτές. Υπάρχει ένα πλούσιο οικοσύστημα από βιβλιοθήκες και παραδείγματα. Για προχωρημένους χρήστες και εφαρμογές που απαιτούν μέγιστη απόδοση ή πρόσβαση σε χαμηλότερο επίπεδο hardware, το Raspberry Pi Foundation παρέχει ένα πλήρες SDK (Software Development Kit) για C/C++. Η CircuitPython είναι μια άλλη δημοφιλής επιλογή βασισμένη στην Python, φιλική προς τους

αρχάριους. Λόγω του χαμηλού κόστους, της ισχύος και της ευελιξίας του, το Raspberry Pi Pico είναι ιδανικό για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών:

- Ρομποτική: Έλεγχος κινητήρων, ανάγνωση αισθητήρων, αυτόνομη πλοήγηση.
- Αυτοματισμοί Σπιτιού (Smart Home): Έλεγχος φωτισμού, θερμοκρασίας, συσκευών.
- IoT (Internet of Things): Συλλογή δεδομένων από αισθητήρες και αποστολή τους στο cloud (με το Pico W).
- Ενσωματωμένα Συστήματα: Ανάπτυξη πρωτοτύπων για βιομηχανικούς ελέγχους, ιατρικές συσκευές.
- Εκπαίδευση: Μια εξαιρετική πλατφόρμα για την εκμάθηση προγραμματισμού και ηλεκτρονικών.

Σκοπός του εργαστηρίου

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η βιωματική διδασκαλία εφαρμογών πληροφορικής και τεχνολογίας στη σύγχρονη ζωή χρησιμοποιώντας ως μέσο πλακέτες μικροεπεξεργαστών και τη γλώσσα προγραμματισμού python. Οι εμπλεκόμενοι μέσω της βιωματικής τριβής με τη γλώσσα και την κατασκευή χειροπιαστών έργων αναπτύσσουν δεξιότητες κωδικοποίησης και χρήσης τεχνολογικού υλικού και πώς αυτά θα μπορούν να ενσωματωθούν στην διδακτική καθημερινότητα της εκπαιδευτικής πράξης (Jeon & Kwon, 2024) με απώτερο στόχο την ενσωμάτωση του προγραμματισμού στην εκπαίδευση ως δεξιότητα του 21ου αιώνα (Anagnostakis, 2020· Binkley κ.ά., 2012). Η ενσωμάτωση των STEM στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απαιτεί την κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών (εν ενεργεία και μελλοντικών) για την βέλτιστη χρήση της στην διδακτική τάξη, προσαρμοσμένη σε διδακτικά αντικείμενα και επίπεδα ηλικίας μαθητών. Η απόκτηση εμπειρικής μάθησης σε υλικά και λογισμικά από την πλευρά των εκπαιδευτικών κρίνετε απαραίτητη.

Στόχοι του εργαστηρίου

Στόχοι του εργαστηρίου είναι η εξοικείωση των εκπαιδευτικών με το υλικό και τους τρόπους αξιοποίησής του τόσο σε εισαγωγικά θέματα. Μετά τις σύντομες παρουσιάσεις θα ακολουθήσει εργαστήριο για πρακτική άσκηση στον προγραμματισμό με δημιουργία ηλεκτρονικών κατασκευών καθώς και χρήση αισθητήρων γενικού και ειδικού σκοπού. Σε επίπεδο γνώσεων, οι συμμετέχοντες/ουσες ύστερα από την παρακολούθηση του μαθήματος, θα είναι σε θέση να κατανοήσουν βασικές έννοιες που σχετίζονται με την αξιοποίηση των φυσικών υπολογιστικών συστημάτων στην εκπαιδευτική πράξη, να έχουν την ικανότητα αντίληψης του προβλήματος και ανάπτυξης μεθόδων επίλυσης και την ικανότητα ανάπτυξης εφαρμογών στην Python. Να χρησιμοποιούν φυσικά τεχνολογικά υλικά σε συνδυασμό με το λογισμικό ως καλές πρακτικές για την ανάπτυξη κινήτρων στην εκπαιδευτική πράξη. Σε επίπεδο στάσεων, οι εκπαιδευόμενοι/ες ύστερα από την παρακολούθηση του μαθήματος, θα έχουν διαμορφωμένη νοοτροπία ενσωμάτωσης εννοιών Physical Computing , υπολογιστικής σκέψης (computational thinking) και της σκέψης βασισμένης στο σχεδιασμό (design based thinking) στην εκπαίδευση.

Επίλογος

Η προτεινόμενη εργαστηριακή συνεδρία αποτελεί μια ολοκληρωμένη και πρακτική εισαγωγή στον προγραμματισμό μικροελεγκτών με Python, με άμεση σύνδεση στην εκπαιδευτική πράξη. Απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών, εκπαιδευτών και φοιτητών που

επιθυμούν να ενσωματώσουν το Physical Computing και τις αρχές του STEM στη διδασκαλία τους, αξιοποιώντας εργαλεία χαμηλού κόστους και υψηλής ευελιξίας, όπως το Raspberry Pi Pico. Μέσα από βιωματικές δραστηριότητες, οι συμμετέχοντες όχι μόνο θα κατακτήσουν τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες προγραμματισμού, αλλά θα αναπτύξουν και την ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίησης δημιουργικών, διαδραστικών έργων. Τα αναμενόμενα οφέλη περιλαμβάνουν την ενίσχυση της υπολογιστικής και σχεδιαστικής σκέψης, την προώθηση της καινοτομίας στην τάξη και την καλλιέργεια κινήτρων για ενεργή, συνεργατική και δημιουργική μάθηση. Με αυτόν τον τρόπο, το εργαστήριο συμβάλλει ουσιαστικά στην προετοιμασία των εκπαιδευτικών για τις προκλήσεις και τις ανάγκες της εκπαίδευσης στον 21ο αιώνα.

Αναφορές

Anagnostakis, S. (2020). Research and planning a framework for pre-service primary education teachers in educational robotics. In A. Dimitriadou, E. Griva, A. Lithoxoidou, & A. Amprazis (Eds..), *Electronic Proceedings of the Education Across Borders 2018 Conference. Education in the 21st Century: Challenges and Perspectives* (pp. 27-37). University of Western Macedonia.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), Assessment and teaching of 21st century skills (pp. 17-66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2

Jeon, M., & Kwon, K. (2024). Parallel instruction of text-based and block-based programming: on novice programmers' computational thinking practices. TechTrends, *68,* 1033-105. https://doi.org/10.1007/s11528-024-00993-8

MicroPython (2021). *MicroPython-Python for microcontrollers* [software]. https://micropython.org /

Raspberry Pi (2021a). *Buy a Raspberry Pi Pico*. https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/

Raspberry Pi (2021b). *Pico-series Microcontrollers-Raspberry Pi Documentation*. https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/pico-series.html

Αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης Μαθητών/τριών Δημοτικού και Γυμνασίου: Παρουσίαση των Εργαλείων BCTt και DACT

Ιωάννης Βουρλέτσης, Εμμανουήλ Πουλάκης
vourlets@uth.gr, epoulakis@uth.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Στο εργαστήριο θα παρουσιαστούν δύο εργαλεία αξιολόγησης της υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ): α) το Beginners Computational Thinking Test (BCTt· https://vourletsis.users.uth.gr/), ένα σταθμισμένο εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ για μαθητές/τριες Α' ως Γ' δημοτικού, το οποίο αξιολογεί τις επιδόσεις τους στις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες, και β) το Development and Assessment of Computational Thinking (DACT··https://dact.pre.uth.gr/), το οποίο αποτελεί πρωτότυπο εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ, απευθύνεται σε μαθητές/τριες ηλικίας 11-14 ετών και λαμβάνει υπόψη του τις έξι διαστάσεις της ΥΣ - αλγοριθμική σκέψη, αξιολόγηση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αφαίρεση και λογική. Κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου, οι συμμετέχοντες θα δουν με τη χρήση υπολογιστή την ηλεκτρονική μορφή, θα εξοικειωθούν με τη δομή, το περιεχόμενο και τη φιλοσοφία των εργαλείων, θα λάβουν χρήσιμες συμβουλές και παιδαγωγικές οδηγίες βασισμένες στην εμπειρική μας εφαρμογή καθώς και θα συζητήσουν τρόπους αξιοποίησης των αποτελεσμάτων στην εκπαιδευτική πράξη.

Λέξεις κλειδιά: BCTt, DACT, αξιολόγηση Υπολογιστικής Σκέψης, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Ο όρος *υπολογιστική σκέψη* (computational thinking, εφεξής ΥΣ) εμφανίστηκε το 1980, όταν ο Seymour Papert την περιέγραψε ως μια διανοητική δεξιότητα που μπορούν να αναπτύξουν τα παιδιά μέσω του προγραμματισμού (Papert, 1980). Αν και η ιδέα της ΥΣ προϋπήρχε, η εκτεταμένη ακαδημαϊκή συζήτηση γύρω από αυτήν ξεκίνησε το 2006, όταν η Jeannette Wing την όρισε ως ένα σύνολο νοητικών εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων και τη χαρακτήρισε εξίσου θεμελιώδη με την ανάγνωση, τη γραφή και την αριθμητική (Wing, 2006). Στη σύγχρονη βιβλιογραφία (Bocconi et al., 2022), οι διαστάσεις της ΥΣ ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: α) ΥΣ που αφορά την επίλυση γενικών προβλημάτων και β) ΥΣ που συνδέεται με τον προγραμματισμό και τον υπολογισμό. Η πρώτη περιλαμβάνει τις περισσότερες διαστάσεις που συγκροτούν την ΥΣ, ενώ η δεύτερη εστιάζει κυρίως σε προγραμματιστικές έννοιες, στις οποίες βασίζονται τα περισσότερα αυτοματοποιημένα εργαλεία αξιολόγησης.

Η αξιολόγηση της ΥΣ

Η αξιολόγηση της ΥΣ αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ανάπτυξή της, καθώς μπορεί να προσφέρει αξιόπιστες ενδείξεις σχετικά με τη χρησιμότητα των διδακτικών παρεμβάσεων. Παρότι έχουν κατατεθεί αρκετές προτάσεις αξιολόγησης της ΥΣ διεθνώς, ο τομέας παραμένει σε εξελικτικό στάδιο και αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις (Poulakis & Politis, 2021). Οι προκλήσεις αυτές σχετίζονται, μεταξύ άλλων, με την ύπαρξη διαφορετικών ορισμών της ΥΣ, οι οποίοι οδηγούν σε αποκλίνουσες προσεγγίσεις αξιολόγησης, με δυσκολίες που προκύπτουν από την αυτοματοποιημένη αξιολόγηση ή τη χρήση προγραμματιστικών περιβαλλόντων, τα οποία συχνά απαιτούν εξοικείωση με συγκεκριμένη γλώσσα ή πλατφόρμα. Επιπλέον, εντοπίζονται επιστημονικά και μεθοδολογικά ζητήματα που αφορούν τον σχεδιασμό των

εργαλείων, περιορισμοί στη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων, καθώς και προβληματισμοί σχετικά με την ηλικιακή καταλληλότητα των εργαλείων.

Τα εργαλεία BCTt και DACT

Όπως θα φανεί στη συνέχεια, τα εργαλεία BCTt και DACT υπερβαίνουν πολλές προκλήσεις των υπαρχόντων μέσων αξιολόγησης της ΥΣ, με κύριο πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούν προγραμματιστικό περιβάλλον και επομένως δεν προϋποθέτουν γνώση συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού. Αμφότερα αναπτύχθηκαν στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής (DACT) και μεταδιδακτορικής έρευνας (BCTt), υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Πολίτη Παναγιώτη.

Το πρωτότυπο εργαλείο **BCTt** (Zapata-Cáceres et al., 2020, 2021) αναπτύχθηκε με στόχο την αξιολόγηση βασικών εννοιών της ΥΣ, τις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες, μαθητών/τριών ηλικίας 5 έως 10 ετών. Οι ακολουθίες αφορούν τη σωστή διάταξη βημάτων, οι βρόχοι την επανάληψή τους και οι συνθήκες τη λήψη αποφάσεων βάσει κριτηρίων. Η θεωρητική του βάση εντοπίζεται στο Computational Thinking Test (CTt·Román-González, 2015), το οποίο απευθύνεται σε μαθητές/τριες μεγαλύτερης ηλικίας (10-16 ετών). Η ψυχομετρική επικύρωση του πρωτότυπου BCTt έδειξε ότι πρόκειται για ένα αξιόπιστο και έγκυρο εργαλείο, με ισορροπημένη και προοδευτικά αυξανόμενη δυσκολία, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως εργαλείο προέλεγχου (pre-test) όσο και μετέλεγχου (post-test).

Η ελληνική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση του BCTt (Βουρλέτσης & Πολίτης, 2024· Vourletsis & Politis, 2025) πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 517 μαθητών/τριών της Α΄ έως Γ΄ δημοτικού. Η διαδικασία περιελάμβανε τυποποιημένα στάδια μετάφρασης, έλεγχο νοηματικής ισοδυναμίας και πιλοτική χορήγηση. Η ανάλυση των ψυχομετρικών ιδιοτήτων της έδειξε ότι πρόκειται για ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ στις μικρές τάξεις του δημοτικού. Ως προς την εγκυρότητα περιεχομένου, ομάδα εμπειρογνωμόνων έκρινε ότι οι ερωτήσεις είναι πλήρως συναφείς με τις έννοιες που αξιολογούν ενώ η επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων έδειξε αποδεκτή προσαρμογή για όλες τις τάξεις (Α΄-Γ΄), με καλύτερη εφαρμογή στις τάξεις Α΄ και Β΄. Επιπλέον, οι ερωτήσεις διαθέτουν κλιμακούμενη δυσκολία και ικανοποιητική διακριτική ικανότητα, ενώ η κλίμακα παρουσιάζει υψηλή εσωτερική συνέπεια και αξιοπιστία εξέτασης-επανεξέτασης.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας προσαρμογής και ψυχομετρικής επικύρωσης, η ελληνική έκδοση του BCTt περιλαμβάνει 25 ερωτήσεις κλειστού τύπου, οργανωμένες σε έξι θεματικές ενότητες, καθεμία από τις οποίες καλύπτει μία υπολογιστική έννοια: *ακολουθίες* (6 ερωτήσεις), απλούς και φωλιασμένους *βρόχους* (5 και 7 ερωτήσεις αντίστοιχα) και *συνθήκες* αν-τότε, αν-τότε-αλλιώς και όσο (2, 2 και 3 ερωτήσεις αντίστοιχα). Σε κάθε ερώτηση μόνο μία από τις τέσσερις πιθανές απαντήσεις είναι σωστή. Συνοψίζοντας, το ελληνικό BCTt είναι κατάλληλο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ στις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Η κλίμακα διατίθεται δωρεάν για ερευνητική χρήση, συνοδεύεται από πρωτόκολλο χορήγησης και ο εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης κυμαίνεται μεταξύ 35 και 55 λεπτών.

Το εργαλείο αξιολόγησης **DACT** βασίζεται σε θεωρητική προσέγγιση με αφετηρία τις έννοιες των Selby and Woollard (2013) και με την προσθήκη της λογικής καταλήγει στις έξι βασικές διαστάσεις (Bell & Lodi, 2019· Computing At School, 2015· University of Canterbury, n.d.): αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική. Έτσι, η ΥΣ αποτελεί γνωστική διεργασία (cognitive process) ή διεργασία σκέψης (thought process) με έξι (6) διαστάσεις: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική (Poulakis & Politis, 2020· Πουλάκης κ.ά., υπό δημοσίευση). Παραδείγματα και ορισμοί των εννοιών δίνονται από τους Curzon et al. (2014).

Η βιβλιογραφική επισκόπηση του χώρου της αξιολόγησης της ΥΣ έδωσε τις κατευθυντήριες γραμμές και βοήθησε στην ανίχνευση των ερευνητικών κενών (Poulakis & Politis, 2021· Πουλάκης & Πολίτης, 2019), και έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους αυτές, το DACT σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε να ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες: α) βασίζεται στις έξι προαναφερθείσες διαστάσεις της ΥΣ, β) αποδεσμεύεται από καθαρά προγραμματιστικές έννοιες, γ) δε βασίζεται σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, δ) έχει αφαιρετικό σκηνικό και μορφές (να μην αποσπούν την προσοχή), ε) αναπαριστά κίνηση σε δισδιάστατο επίπεδο, και στ) απευθύνεται στην ηλικιακή ομάδα 11-14 ετών.

Για τις ανάγκες του εργαλείου DACT δημιουργήθηκε πρωτότυπος βασικός μικρόκοσμος, ο οποίος είναι δισδιάστατος, περιέχει βασικές μορφές, σχήματα (λαβύρινθος, ανθρώπινες μορφές, τοίχους, αντικείμενα προς αποφυγή, αντικείμενα στόχους) αλλά και εντολές κίνησης (βέλη κατεύθυνσης), ενώ υλοποιεί τις βασικές δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης. Η αφαίρεση, υπό την έννοια της απλοποίησης (πολυπλοκότητα), ήταν κύριο ζητούμενο ώστε να μην αποσπάται η προσοχή των μαθητών λόγω των χαρακτηριστικών του μικρόκοσμου.

Το εργαλείο DACT περιλαμβάνει 36 πρωτότυπα ερωτήματα, βασισμένα στη βιβλιογραφία και την έρευνα της ΥΣ, και η συμπλήρωσή του αναμένεται να διαρκεί 45 λεπτά έως 1 ώρα για τους/τις μαθητές/τριες που απευθύνεται. Το DACT είναι διαθέσιμο σε μορφή Google Form για διαδικτυακή χορήγηση, σε μορφή pdf για έντυπη χορήγηση (εκτύπωση) και συνοδεύεται από πρωτόκολλο χορήγησης και κλείδα αυτόματης διόρθωσης (φύλλο excel).

Περιγραφή του εργαστηρίου

Το εργαστήριο έχει διάρκεια 120 λεπτών και απευθύνεται πρωτίστως σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ερευνητές της ΥΣ, φοιτητές/τριες Παιδαγωγικών Τμημάτων, αλλά και κάθε άλλο ενδιαφερόμενο. Ξεκινά με σύντομη παρουσίαση των χαρακτηριστικών των δύο εργαλείων και ακολούθως θα γίνει αναφορά στους τρόπους χορήγησης των εργαλείων με έμφαση στην ηλεκτρονική (διαδικτυακή) συμπλήρωση του κάθε ερωτηματολογίου, δηλαδή στη μελέτη και τη συμπλήρωσή τους από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες. Έπειτα, θα δοθούν χρήσιμες πληροφορίες για τον τρόπο συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων, από τη συμπλήρωση μιας τάξης συμμετεχόντων/ουσών μέχρι την κωδικοποίηση και την αυτόματη διόρθωση μέσω της κλείδας. Στο τελευταίο μέρος θα πραγματοποιηθεί συζήτηση για τα εργαλεία, την εφαρμογή τους στις κατάλληλες ηλικιακές ομάδες, απαντήσεις σε απορίες, καθώς και αναφορά -με βάση την εμπειρία μας- σε συχνά λάθη που εντοπίζονται και μπορούν να αποφευχθούν.

Συμπεράσματα-οφέλη συμμετοχής

Μέσα από τη συμμετοχή στο εργαστήριο, οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές θα ενημερωθούν για ζητήματα αξιολόγησης της ΥΣ και θα γνωρίσουν δύο εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί και προσαρμοστεί ερευνητικά στο ελληνικό δημόσιο πανεπιστήμιο. Τα εργαλεία αυτά απευθύνονται σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, καλύπτοντας ποικίλες ανάγκες και συνθέτουν ολοκληρωμένη πρόταση για διδασκαλία και έρευνα. Με την ολοκλήρωση του εργαστηρίου, οι συμμετέχοντες αναμένεται να είναι σε θέση να αξιοποιούν άμεσα τα εργαλεία, με εναλλακτικούς τρόπους χορήγησης, συνοδευτικά πρωτόκολλα και αυτόματη διόρθωση μέσω κλειδών, που βελτιώνει την ακρίβεια και μειώνει χρόνο. Η διάθεση μέσω Google Forms περιορίζει τα ενδεχόμενα λάθη, καθώς οι μαθητές απαντούν σε προκαθορισμένες επιλογές, ενώ τα αποτελέσματα συλλέγονται και τίθενται σε επεξεργασία άμεσα. Συνολικά, η πρακτική ενασχόληση με τα εργαλεία εκτιμάται ότι θα ενισχύσει την

εξοικείωση των συμμετεχόντων/ουσών με διαδικασίες αξιολόγησης της ΥΣ και θα ενθαρρύνει τη δημιουργική και αποτελεσματική αξιοποίηση στη διδασκαλία και την έρευνα.

Αναφορές

Bell, T., & Lodi, M. (2019). Constructing Computational Thinking without using computers. *Constructivist Foundations, 14*(3), 342-351.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, 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, In A. Inamorato Dos Santos, R. Cachia, N. Giannoutsou, & Y. Punie (Eds.), *Reviewing Computational Thinking in compulsory education*. Publications Office of the European Union.

Computing At School (2015). *Computational Thinking. A guide for teachers*. https://community.computingatschool.org.uk/files/8550/original.pdf

Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. https://goo.gl/28ScgY

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Poulakis, E., & Politis, P. (2020). Teaching Computational Thinking: Unplugged tools and methodologies. In M. Kalogiannakis & S. Papadakis (Eds.), *Handbook of research on tools for teaching computational thinking in P-12 education* (pp. 200-236). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4576-8.ch009

Poulakis, E., & Politis, P. (2021). Computational Thinking assessment: Literature review. In T. Tsiatsos, S. Demetriadis, V. Dagdilelis, & A. Mikropoulos (Eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Issues* (pp. 111-128). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-64363-8_7

Román-González, M. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. *Proceedings of the EDULEARN15* (pp. 2436-2444). IATED. https://library.iated.org/view/ROMANGONZALEZ2015COM

Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: the developing definition*. https://eprints.soton.ac.uk/356481/

University of Canterbury (n.d.). *CS Education Research Group: Computer Science Unplugged*. https://goo.gl/L2ca8

Vourletsis, I., & Politis, P. (2025). Greek translation, cultural adaptation, and psychometric validation of beginners computational thinking test (BCTt). *Education and Information Technologies*, *30*, 2211-2235. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12887-6

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2021). BCTt: Beginners Computational Thinking Test. *Understanding computing education (Vol 1). Proceedings of the Raspberry Pi Foundation Research Seminar series*. www.rpf.io/seminar-proceedings-2020

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2020). Computational Thinking Test for beginners: Design and content validation. *Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1905–1914). IEEE. https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125368

Βουρλέτσης, Ι., & Πολίτης, Π. (2024). Ελληνική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση της κλίμακας Beginners Computational Thinking Test (BCTt) για την αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης μαθητών δημοτικού σχολείου. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Επιστημονικού Συνεδρίου "Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"* (σσ. 619–632). ΕΤΠΕ. https://www.etpe.gr/wp-content/uploads/2025/07/8etpearticle__48_619-632.pdf

Πουλάκης, Ε., & Πολίτης, Π. (2019). Συστήματα αξιολόγησης της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαίδευση: Βιβλιογραφική επισκόπηση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 12*(2), 99-119. https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/39993/29614

Πουλάκης, Ε., Πολίτης, Π., & Ρούσσος, Π. (υπό δημοσίευση). Ανάπτυξη εργαλείου αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT. *Πρακτικά Εργασιών 12ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής"*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου & ΕΤΠΕ.