ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Διδασκαλία εννοιών Φυσικών Επιστημών και καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων κατά την προετοιμασία μαθητών Δευτεροβάθμιας σε διαγωνισμό STEM

Άννα Κουμαρά , Χαρίτων Πολάτογλου

doi: 10.12681/codiste.6845

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 09/12/2025 09:52:31

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΗΠΙΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟ STEM

Άννα Κουμαρά[1], Χαρίτων Πολάτογλου[2]

[1]Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ, [2]Ομ. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ

anniekmr@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών και καλλιέργειας ήπιων δεξιοτήτων κατά την προετοιμασία 14 μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, όπου έπρεπε να κατασκευάσουν το δικό τους ρομπότ. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες, και δούλεψαν για έξι μήνες. Από τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών κατανόησαν την έννοια της αδράνειας και της ταχύτητας. Ταυτόχρονα ανέπτυξαν τις δεξιότητες της δημιουργικότητας, της επικοινωνίας, της συνεργασίας και της κριτικής σκέψης. Η μέτρηση της εξέλιξης των δεξιοτήτων έγινε με δημιουργία κατάλληλης ρουμπρίκας, όπου φάνηκε ότι όλες οι ομάδες εξελίχθηκαν, σε διαφορετικό βαθμό η καθεμία. Οι έννοιες των Φ.Ε. εξετάστηκαν με ανάλυση συνεντεύξεων των μαθητών για σωστή χρήση στο λόγο τους.

Λέξεις κλειδιά: έννοιες φυσικών επιστημών, ήπιες δεξιότητες, εκπαίδευση STEM

TEACHING PHYSICS CONCEPTS AND DEVELOP SOFT SKILLS DURING THE PREPARATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN A STEM COMPETITION

Anna Koumara[1], Hariton M. Polatoglou[2]

[1]Post doctoral researcher, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki, [2]Em. Professor, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki

anniekmr@gmail.com

ABSTRACT

In the present work the teaching of science concepts and the developed soft skills, during the preparation of 14 secondary students to a robotics competition, are presented. Students had to design and implement their own robot. They worked in five groups for six months. They comprehended deeper the concepts of "inertia" and "speed", while developing creativity, communication, collaboration, and critical thinking skills. The skills were measured through a developed rubric. It was pointed out that all groups developed their soft skills, at a different level. Science concepts were studied through discourse analysis from students' interviews.

Keywords: science concepts, soft skills, STEM education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση STEM, από τα αρχικά των λέξεων Science – Technology – Engineering - Mathematics, είναι μια τάση που έχει κυριαρχήσει στην εκπαίδευση των Θετικών Σπουδών, με το βασικό της πλαίσιο να περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου σε αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης. Είναι μαθητοκεντρική και οι μαθητές δουλεύουν σε ομάδες, καλλιεργώντας ήπιες δεξιότητες, πέρα από το σώμα γνώσεων (English & King, 2015˙ Roehrig et al., 2021). Η ολοκληρωμένη προσέγγιση (integrated STEM), όπου όλοι οι κλάδοι συνυπάρχουν ιδανικά με ισότιμο τρόπο, είναι η κυρίαρχη (Anderson, 2020˙ Millar, 2020˙ Roehrig et al., 2021). Προφανώς αυτό δεν είναι δυνατόν να συμβεί, και στη βιβλιογραφία προτείνεται ότι αρκεί να περιλαμβάνονται δύο κλάδοι, αρκεί να έχουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά (Kelley & Knowles, 2016). Η μηχανική είναι από τα καίρια χαρακτηριστικά του STEM και θα πρέπει να υπάρχει σε κάθε δραστηριότητα, είτε με τη μορφή της μηχανικής κατασκευής είτε με τον κύκλο σχεδιασμού (Ali & Tse, 2023˙ Bybee, 2011).

Κομμάτι της εκπαίδευσης STEM είναι η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ), που αναφέρεται στη χρήση των ρομπότ είτε ως εργαλείο είτε ως μέσο, που περιλαμβάνονται τόσο η κατασκευαστική όσο και η προγραμματιστική φάση (Kopcha et al., 2017˙ Theodoropoulou et al., 2023). Έχει γίνει προσπάθεια να εισαχθεί στο επίσημο πρόγραμμα σπουδών, όμως υπάρχουν αντικειμενικά προβλήματα, όπως ο διαθέσιμος εξοπλισμός, η εκπαίδευση του εκπαιδευτικού, η πίεση του ωραρίου για την κάλυψη της ύλης και η ανομοιογένεια των μαθητών. Συνεπώς, η συμμετοχή σε διαγωνισμούς STEM & εκπαιδευτικής ρομποτικής, όπως αυτός του WRO Hellas (βλ. παρακάτω) προσφέρονται για να καλύψουν την ανάγκη δημιουργίας project πάνω στο STEM (Ntemngwa & Oliver, 2018˙ Theodoropoulou et al., 2023).

Αναπόσπαστο κομμάτι της Ρομποτικής και της κατασκευαστικής φάσης είναι η κατανόηση βασικών εννοιών της Φυσικής, που σχετίζονται με την κίνηση του ρομπότ (Church et al., 2010˙ D'Amico et al., 2020) ή οι νόμοι του Νεύτωνα (Ferrarelli & Iocchi, 2021). Από τη βιβλιογραφία φαίνεται ότι τα μαθήματα ρομποτικής βοηθάνε τους μαθητές να συνδέσουν τη σχολική γνώση της φυσικής με τον πραγματικό κόσμο, να ενεργοποιηθούν στα μαθήματα φυσικής και να συμμετέχουν με μεγαλύτερη διάθεση. Στην Ελλάδα, η εκπαίδευση STEM έχει εισαχθεί τα τελευταία χρόνια στην υποχρεωτική εκπαίδευση, μέσα από τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων (http://iep.edu.gr/el/psifiako-apothetirio/skill-labs/1008-stem-steam), είχε όμως διαδοθεί νωρίτερα, στη μη-τυπική εκπαίδευση, κυρίως μέσα από διαγωνισμούς Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

Αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης STEM είναι η καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων (Bybee, 2011˙ Roehrig et al., 2021). Οι ήπιες δεξιότητες αναφέρονται στις κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες που κάθε πολίτης και εργαζόμενος του 21ου αιώνα είναι απαραίτητο να κατέχει, ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στις προκλήσεις που εμφανίζονται. Οι δεξιότητες αυτές δεν αναφέρονται σε συγκεκριμένες θεματικές, όπως οι σκληρές/κάθετες δεξιότητες (hard skills), δηλαδή οι τεχνικές δεξιότητες, αλλά σχετίζονται με τις σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στις σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε πολίτες και εργαζόμενους. Για τους μαθητές είναι χρήσιμες για να προσαρμόζονται σε καινούριες καταστάσεις και να ανταποκρίνονται σε νέα περιβάλλοντα μάθησης (Cimatti, 2016˙ Sen et al., 2018). Οι ήπιες δεξιότητες που μας απασχολούν είναι η επικοινωνία, η συνεργασία, η δημιουργικότητα και η δημιουργική σκέψη, που ορίζονται παρακάτω.

Σχετικά με την επικοινωνία, οι μαθητές μπορούν να επικοινωνούν προφορικά ή γραπτά, χρησιμοποιώντας τεχνικούς όρους, εκφράζουν τις απόψεις τους, με σεβασμό προς τους άλλους, συμφωνούν στις δράσεις και τις μεθόδους που θα ακολουθήσουν, παρουσιάζουν τα ευρήματά τους στο κατάλληλο πρόγραμμα και συζητάνε πάνω στις διαφωνίες τους. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η επικοινωνία είναι η πιο σημαντική δεξιότητα, που αναπτύσσεται πρώτη (Khoiri et al., 2021).

Σχετικά με τη συνεργασία, οι μαθητές μπορούν να συνεργάζονται στις ομάδες τους, κατά τη διενέργεια των επιμέρους εργασιών που εκτελούν, είναι ικανοί να επιλύσουν προβλήματα, να αντιμετωπίσουν τις διαφωνίες τους, να κτίσουν εμπιστοσύνη ανάμεσα στα μέλη της ομάδας, να αναθέσουν ρόλους, να πάρουν πρωτοβουλίες και τελικά να είναι αποδοτικοί στην υλοποίηση του project.

Σχετικά με τη δημιουργικότητα, οι μαθητές έχουν την ικανότητα να διατυπώνουν καινοτόμες προτάσεις, χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους και τα απαραίτητα εργαλεία, να εκφράζουν και να υλοποιούν τις ιδέες τους, να εφαρμόζουν στην πράξη όσα γνωρίζουν από τη θεωρία. Ο όρος σχετίζεται επίσης με την καινοτομία και την πρωτοτυπία στα παραγόμενα προϊόντα ή/και διαδικασίες.

Σχετικά με την κριτική σκέψη, οι μαθητές είναι ικανοί να παρατηρούν, ερμηνεύουν, αναλύουν και αξιολογούν δεδομένα και γεγονότα, να ορίζουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και να μπορούν να σπάσουν το πρόβλημα σε επιμέρους μικρότερα. Επίσης, να συγκρίνουν και να ταξινομούν δεδομένα, να κριτικάρουν τη δική τους δουλειά αλλά και των άλλων και να αναγνωρίζουν τα όρια των φαινομένων που μελετούν.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ/ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία αφορά στην προετοιμασία δεκατεσσάρων μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, από όμιλο ιδιωτικού σχολείου, για τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής του WRO Hellas, στην κατηγορία Regular (https://wrohellas.gr/panellinios-diagonismos-stem-and-ekpaideutikis-robotikis/) κατά το σχολικό έτος 2022-23 (περισσότερες λεπτομέρειες στην επόμενη παράγραφο). Από τους δεκατέσσερις μαθητές, δύο πηγαίνουν στην Α΄ Γυμνασίου, τέσσερις στη Β΄ Γυμνασίου, τρεις στη Γ΄ Γυμνασίου και πέντε στην Α΄ Λυκείου. Η εμπειρία τους στην εκπαιδευτική ρομποτική κυμαίνεται από αρκετά χρόνια, μέχρι λίγους μήνες. Σχετικά με το φύλο, πέντε είναι κορίτσια και εννέα αγόρια. Για λόγους περιορισμού λέξεων θα χρησιμοποιείται ο γενικότερος όρος «μαθητές», αναφέροντας και τα δύο φύλα, καθώς δεν έγινε κάποια ανάλυση με βάση το φύλο των μαθητών και δεν παρατηρήθηκε καμία διαφοροποίηση. Η προετοιμασία ξεκίνησε από τα μέσα Σεπτέμβρη 2022 και διήρκεσε ως τα τέλη Μαρτίου 2023 που πραγματοποιήθηκε η τελική φάση του διαγωνισμού. Πρόκειται για έρευνα δράσης. Τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούν αν κατά τη διαδικασία της προετοιμασίας για τη συμμετοχή στο διαγωνισμό α) είναι δυνατή η διδασκαλία και κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών και β) αν μπορούν να καλλιεργηθούν ήπιες δεξιότητες. Οι συναντήσεις ήταν εβδομαδιαίες με τη λήξη του πρωινού προγράμματος και είχαν διάρκεια 90 λεπτών. Οι εκπαιδευτικοί ήταν τρεις, μέσα στους οποίους και η πρώτη συγγραφέας που είχε κυρίως το ρόλο της παρατηρήτριας. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες. Οι ομάδες 1-3 είναι έμπειρες στην ΕΡ και οι ομάδες 4 και 5 αρχάριες. Όλες οι ομάδες είναι τριμελείς, εκτός από την Ομάδα 4 που είναι ζευγάρι.

Από τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών επιλέχθηκαν η «ταχύτητα» και η «αδράνεια». Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι η παρατήρηση και η συνέντευξη, που αναλύθηκε στο NVivo. Σχετικά με τις τέσσερεις ήπιες δεξιότητες, δημιουργήθηκε ρουμπρίκα αξιολόγησης, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ρουμπρίκα για τη μέτρηση της ανάπτυξης των ήπιων δεξιοτήτων.

	Κάτω από το στόχο (Επίπεδο 1)	**Προσεγγίζοντας το στόχο (Επίπεδο 2)**	**Στόχος (Επίπεδο 3)**	**Πάνω από το στόχο (Επίπεδο 4)**
Επικοινωνία	Δεν μπορούν να συνεννοηθούν τι να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν	Χωρίς παρέμβαση του προπονητή δεν μπορούν να επικοινωνήσουν τις ιδέες τους	Όλα τα μέλη εκφράζουν ιδέες, αλλά χρειάζεται παρέμβαση προπονητή για να αποφασίσουν τι θα γίνει	Τα μέλη της ομάδας εκφράζουν τις ιδέες τους και λαμβάνουν αποφάσεις

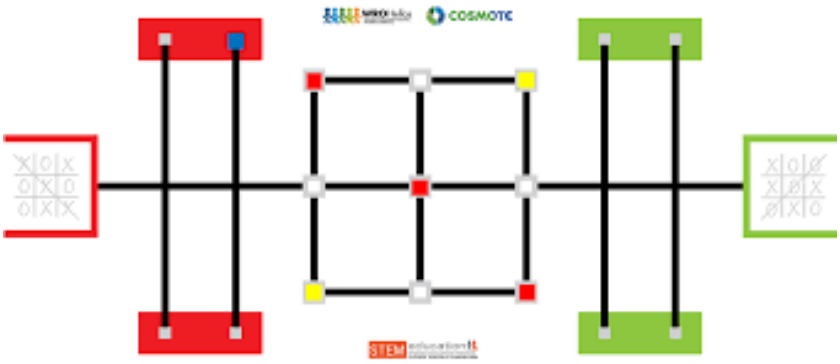
Συνεργασία	Δεν μπορούν να βρουν ρόλο για κάθε μέλος και διαφωνούν με το αποτέλεσμα κάθε σταδίου	Ορίζουν ρόλο για κάθε μέλος, αλλά κάποια μέλη συνεισφέρουν περισσότερο από άλλα	Όλα τα μέλη συνεισφέρουν ισότιμα στην ομάδα	Κάθε μέλος έχει το ρόλο του, σε συνοχή με τους ρόλους των υπολοίπων
Δημιουργικότητα	Δεν μπορούν να βρουν ιδέες για να σχεδιάσουν το ρομπότ χωρίς παρέμβαση από τον προπονητή	Έχουν ιδέες, αλλά δεν μπορούν να τις υλοποιήσουν χωρίς παρέμβαση του προπονητή	Βρίσκουν δυσκολίες στο τι να κάνουν, χρειάζονται βοήθεια από τον προπονητή	Σχεδιάζουν και υλοποιούν κάθε στάδιο του ρομπότ μόνοι τους, με πρωτότυπα σχέδια
Κριτική Σκέψη	Δεν μπορούν να ορίσουν τα προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν	Αντιλαμβάνονται τα προβλήματα, αλλά δεν μπορούν να θέσουν προτεραιότητες	Αναγνωρίζουν τα προβλήματα, αλλά δεν μπορούν να τα λύσουν μόνοι τους	Αναγνωρίζουν τα προβλήματα και τα επιλύουν μόνο τους

Σχετικά με το διαγωνισμό

Ο WRO Hellas είναι το ελληνικό τμήμα του World Robot Olympiad (https://wro-association.org/) που διοργανώνει τον προκριματικό διαγωνισμό για την Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Σε αυτή συμμετέχουν μαθητές από περισσότερες από ενενήντα χώρες από όλο τον κόσμο. Παράλληλα, για τη διάδοση του STEM και της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα όλων των βαθμίδων, διοργανώνει τον Πανελλήνιο Διαγωνισμό STEM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, με οκτώ κατηγορίες από το Νηπιαγωγείο έως το ΕΠΑΛ, στον οποίο κάθε χρόνο συμμετέχουν περισσότεροι από 5000 μαθητές από όλη τη χώρα.

Στην παρούσα εργασία, οι μαθητές προετοιμάζονται για την κατηγορία Regular, όπου καλούνται να δημιουργήσουν το δικό τους ρομπότ, χρησιμοποιώντας τα σετ Mindstorms ή Spike Prime της LEGO® και να εκτελέσουν όσο το δυνατόν περισσότερες αποστολές μπορούν, στον ταχύτερο δυνατό χρόνο, ακολουθώντας τους κανόνες της πίστας. Για τη φετινή χρονιά, έπρεπε να δημιουργήσουν μια τρίλιζα τυχαίου προσανατολισμού (οριζόντια, κάθετη, διαγώνια), όπως θα πρόκυπτε από χρωματικό κώδικα πριν την προσπάθεια κάθε ομάδας. Η πίστα παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1. Πίστα κατηγορίας Regular 2023



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

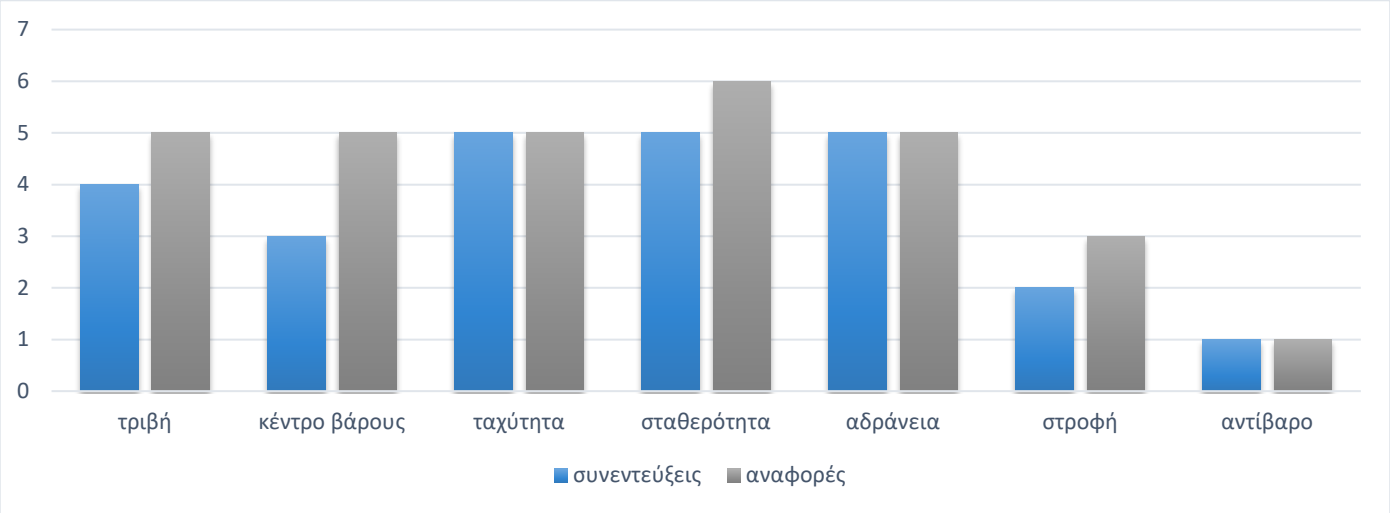
Αποτελέσματα για τις έννοιες των Φ.Ε.

Μελετήθηκαν οι έννοιες της «αδράνειας» και της «ταχύτητας». Σχετικά με την αδράνεια, οι μαθητές, με εξαίρεση τους δύο της Α΄ Γυμνασίου που δεν το είχαν διδαχθεί ακόμα, επανέλαβαν τον ορισμό του σχολικού βιβλίου, όταν ρωτήθηκαν για το τι είναι η αδράνεια. Παρόλο που ήξεραν να δώσουν παραδείγματα που αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο, δεν μπορούσαν να κάνουν τη σύνδεση με το project τους. Από τη στιγμή όμως που έφτιαξαν το πρώτο ρομπότ και το έβαλαν να κινηθεί στην πίστα, παρατήρησαν ότι αυτό δεν ακινητοποιούνταν στο σημείο που του έθεταν, αλλά λίγο πιο μπροστά. Έτσι, αντιλήφθηκαν βιωματικά την αδράνεια και προσπάθησαν να ανακαλύψουν τους παράγοντες από τους οποίους μπορούν να ξεπεράσουν το πρόβλημα που θέτει η αδράνεια. Αυτοί ήταν η μείωση της ταχύτητας (2 ομάδες) ή το κατέβασμα του κέντρου βάρους (2 ομάδες), μία ακόμα έννοια της Φυσικής, που δεν διδάσκεται με σαφήνεια στο σχολείο, καθώς τα σώματα αντιμετωπίζονται ως υλικά σημεία. Η πέμπτη ομάδα δεν αντιμετώπισε την επίδραση της αδράνειας, καθώς δεν ανέπτυξε εξαρχής μεγάλη ταχύτητα, αλλά παρατήρησε την επίδραση από το διανυσματικό χαρακτήρα της ταχύτητας, αντιμετωπίζοντας πρόβλημα στις στροφές: «*Σε μια απότομη στροφή [το ρομπότ] δεν μπορούσε να επανέλθει στην ευθύγραμμη κίνηση, παρά συνέχιζε να στρίβει το πίσω μέρος. Ακόμα και λίγες μοίρες να φύγει το ρομπότ από την πορεία του δημιουργεί πρόβλημα, γιατί θέλουμε ακρίβεια. Το αντιμετωπίσαμε χαμηλώνοντας ακόμα περισσότερο την ταχύτητα και προσθέτοντας ρόδες, αντί για τις μπίλιες που είχαμε, ώστε να αυξήσουμε την τριβή στο σημείο*», αναφέρουν τα μέλη της ομάδας. Παρατηρούμε επιπλέον την αναφορά στην έννοια της τριβής στο λόγο των μαθητών, στην προσπάθειά τους να συγκρατήσουν το ρομπότ στην πορεία του. Με το τέλος των προπονήσεων, όλοι οι μαθητές είχαν κατανοήσει την αδράνεια και την ανέφεραν σωστά στις συνεντεύξεις τους.

Σχετικά με την ταχύτητα, οι μαθητές μπορούσαν να την ορίσουν και την περιέγραφαν σωστά από την έναρξη των προπονήσεων. Δεν ήξεραν όμως πώς μπορούν να την επηρεάσουν. Γενικά κατά την αγωνιστική διαδικασία, επειδή ο καλύτερος χρόνος μετράει στους βαθμούς που συγκεντρώνουν, είναι σημαντικό κάθε ομάδα να πετύχει τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα στις ευθείες (με το ρομπότ να μη χάνει το δρόμο του). Η ταχύτητα ελέγχεται «προγραμματιστικά», με την ισχύ που παρέχεται στους κινητήρες, αλλά οι μαθητές ανακάλυψαν και άλλες παραμέτρους που επηρεάζονται από την κατασκευή. Για παράδειγμα, η ομάδα 4 περιγράφει: «*Παρατηρήσαμε ότι με μεγαλύτερες ρόδες πηγαίναμε πιο γρήγορα για την ίδια ισχύ κινητήρα, γιατί το μήκος του κύκλου ήταν μεγαλύτερο. Τυχαία δοκιμάσαμε αυτές τις ρόδες, και αρχικά δεν περιμέναμε να γίνει αυτό. Όμως, μετά που το σκεφτήκαμε ήταν απόλυτα λογικό*». Φαίνεται, δηλαδή, η επίδραση του μήκους του κύκλου στην ταχύτητα, καθώς με τις μεγαλύτερες ρόδες αυτό διανύει μεγαλύτερη τροχιά για κάθε κύκλο. Αντίστοιχα, η ομάδα 5 ανακάλυψε την επίδραση της αεροδυναμικής, καθώς «*αναγκαστήκαμε να ψηλώσουμε την κατασκευή μας επειδή ήταν εκτός ορίων, οπότε ανεβάσαμε το κέντρο βάρους και δεν μπορούσε να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα*».

Παρατηρήσαμε ότι όσο περισσότερο οι μαθητές αφοσιώνονταν στο project, τόσο περισσότερο κατανοούσαν τις έννοιες των Φ.Ε. Η ανάλυση στο NVivo παρουσιάζεται στην Εικόνα 2, όπου παρατηρούμε ότι εμφανίζονται και άλλες έννοιες πέρα από αυτές που μελετώνται. Με τον τρόπο αυτό, οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι υπάρχει μια συνοχή στη γνώση των Φ.Ε.

Εικόνα 2. Έννοιες Φ.Ε. που αναφέρθηκαν στις συνεντεύξεις κάθε ομάδας και αριθμός αναφορών κάθε έννοιας

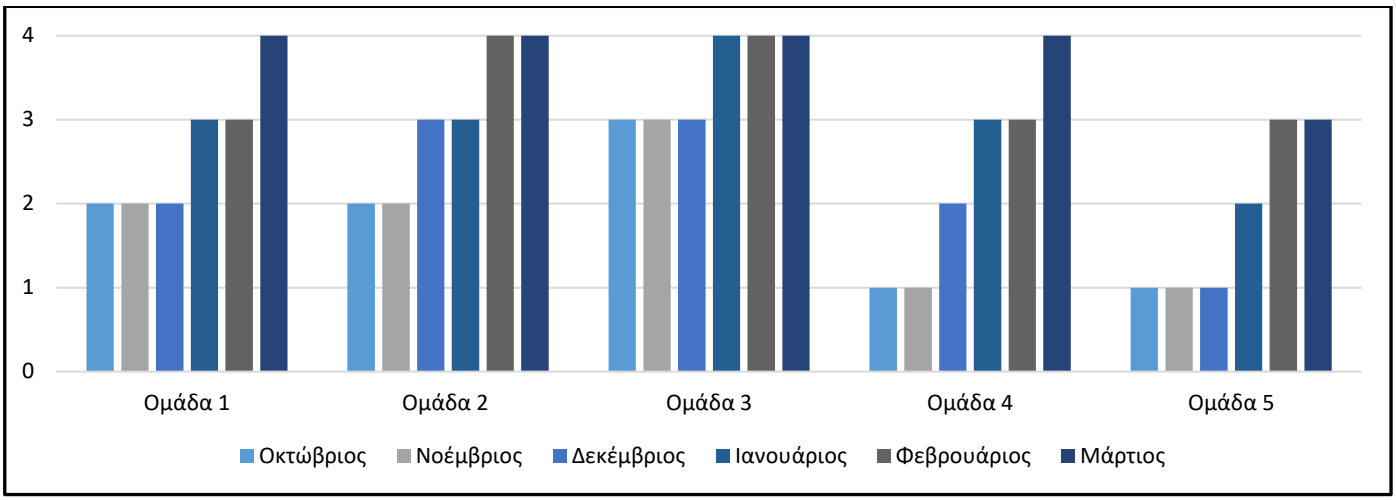


Η σταθερότητα δεν είναι μεν μία έννοια παρά το αποτέλεσμα που θέλουμε για το ρομπότ. Την περιλαμβάνουμε όμως στην εικόνα 2, γιατί μέσα από αυτή αναδεικνύονται άλλες έννοιες και οι μαθητές το είχαν αντιληφθεί.

Αποτελέσματα για την καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων

Η καταγραφή της ανάπτυξης των ήπιων δεξιοτήτων με βάση τη ρουμπρίκα έγινε από την πρώτη συγγραφέα, όπου κάθε μήνα έδινε μια βαθμολογία για κάθε ομάδα. Τα αποτελέσματα για κάθε ομάδα παρουσιάζονται στις εικόνες 3-6.

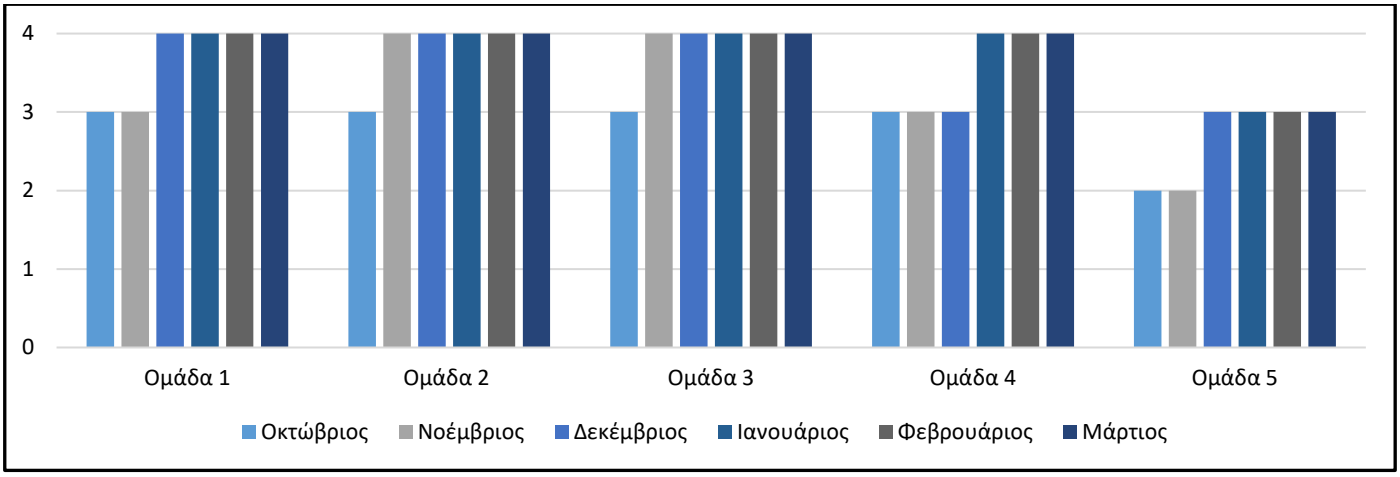
Εικόνα 3. Βαθμολογία ρουμπρίκας για την επικοινωνία



Σχετικά με την επικοινωνία (Εικόνα 3) παρατηρούμε ότι οι περισσότερες ομάδες ξεκινάνε από χαμηλά και, με εξαίρεση την 5η ομάδα, όλες επιτυγχάνουν αργά (ομάδες 1 και 4) ή πιο γρήγορα (ομάδες 2 και 3) το μέγιστο επίπεδο. Αν το παρατηρήσουμε σε σχέση με τη συνεργασία (εικόνα 4) και κυρίως τη δημιουργικότητα (εικόνα 5), βλέπουμε ότι οι μαθητές δεν ήξεραν τι να κάνουν, οπότε φαινόταν ότι δεν υπάρχει επικοινωνία καθώς η δουλειά τους δεν μπορούσε να προχωρήσει χωρίς την παρέμβαση προπονητή. Από τον τρόπο που είναι δομημένη η ρουμπρίκα, οι ομάδες δεν ήταν δυνατόν να πάρουν υψηλότερο βαθμό. Προκειμένου να είμαστε

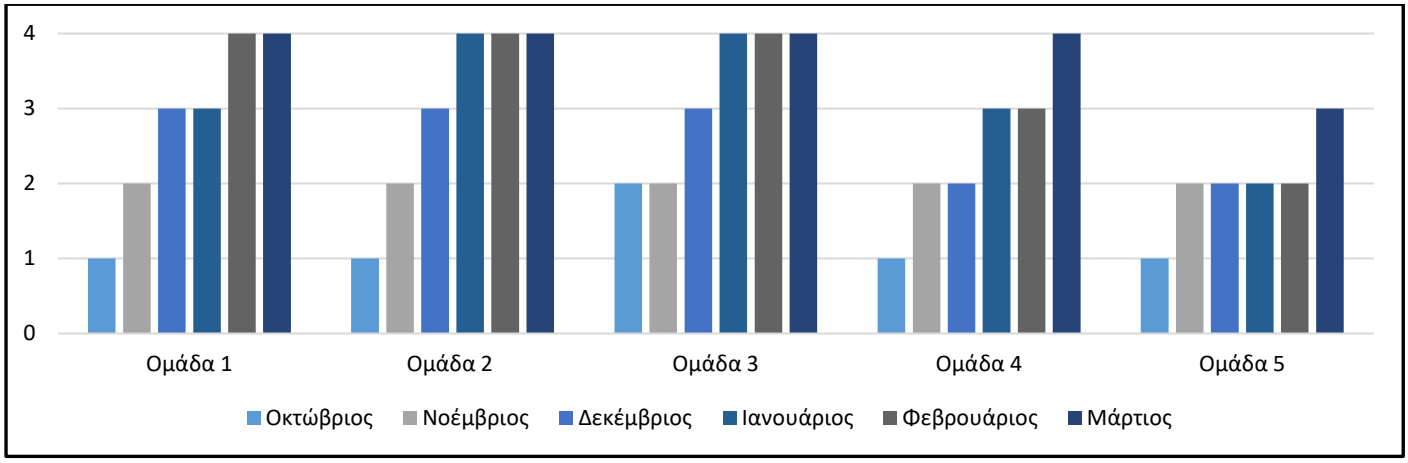
σίγουροι για τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών, αποφασίσαμε την επόμενη χρονιά να εισάγουμε τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης (βλ. επόμενη παράγραφο).

Εικόνα 4. Βαθμολογία ρουμπρίκας για τη συνεργασία



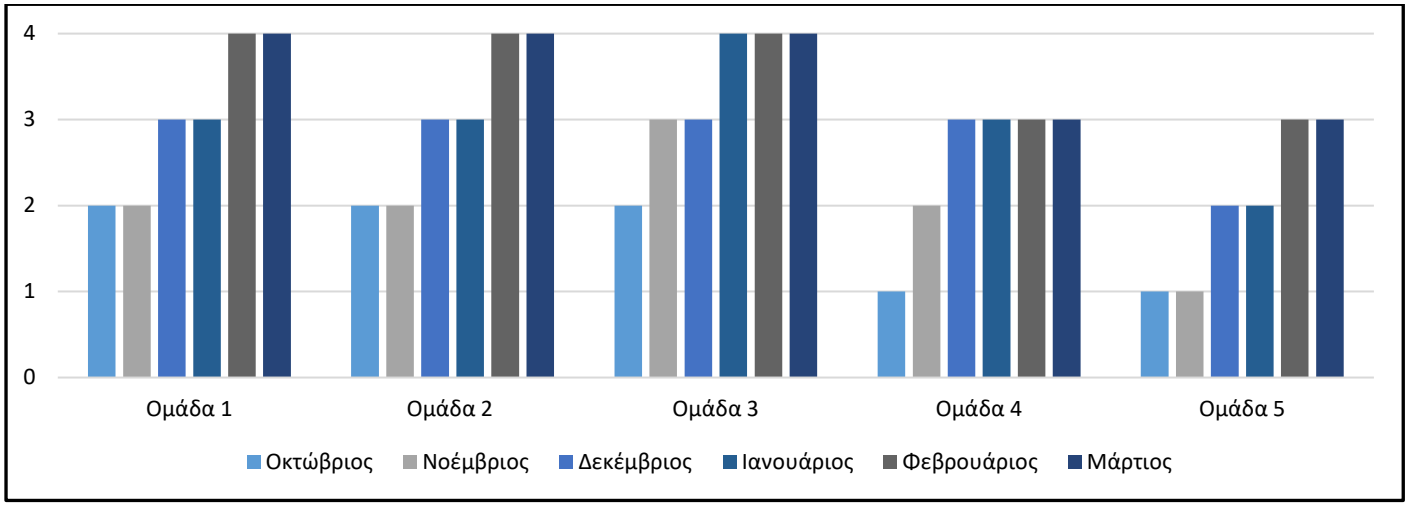
Οι μαθητές ήταν από το ίδιο σχολείο και γνωρίζονταν καλά, ενώ μόνοι τους δημιούργησαν τις ομάδες τους. Συνεπώς, ορισμένοι είχαν συνεργαστεί ξανά σε προηγούμενα project του σχολείου (ομάδα 3) ή ήταν φίλοι (ομάδες 2 και 4), οπότε υπήρχε η διάθεση συνεργασίας. Για το λόγο αυτό η συνεργασία (εικόνα 4) ξεκίνησε από μεγάλο βαθμό και διατηρήθηκε ψηλά. Εξαίρεση η 5^{η} ομάδα, που ο χαρακτήρας ορισμένων μελών της απαιτούσε τη διαρκή παρέμβαση των προπονητών.

Εικόνα 5. Βαθμολογία ρουμπρίκας για τη δημιουργικότητα



Σχετικά με τη δημιουργικότητα (εικόνα 5), όλες οι ομάδες ξεκίνησαν από χαμηλά, καθώς προσπάθησαν χωρίς κάποιο σχέδιο να βρουν έτοιμες λύσεις στο διαδίκτυο. Σύντομα αντιλήφθηκαν ότι αυτό δεν λειτουργεί, και ξεκίνησαν τις τροποποιήσεις, προκειμένου να μπορεί να εφαρμοστεί στις δικές τους ανάγκες. Όλες οι ομάδες, εκτός της 5^{ης}, έφτασαν τελικά στο ανώτερο επίπεδο. Για τη βοήθεια των μαθητών την επόμενη σχολική χρονιά αποφασίσαμε να εισάγουμε τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ως βασική μεθοδολογία.

Εικόνα 6. Βαθμολογία ρουμπρίκας για την κριτική σκέψη



Η κριτική σκέψη (εικόνα 6) είναι αυτή που οι διδάσκοντες συνέβαλαν περισσότερο στην ανάπτυξή της και πέρα από τα άλλα απαιτούσε καλό γνωστικό υπόβαθρο. Προκειμένου οι μαθητές να καταλάβουν το πρόβλημα, να το σπάσουν σε μικρότερα και να μοιράσουν ρόλους για την επίλυσή τους, έγιναν πολλές συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης. Οι έμπειρες ομάδες πέτυχαν το ανώτερο επίπεδο της ρουμπρίκας, ενώ οι αρχάριες συνέχισαν ως το τέλος να χρειάζονται την καθοδήγηση των προπονητών, κυρίως λόγω της έλλειψης γνώσεων.

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι η ανάπτυξη της κάθε δεξιότητας αλληλοεπηρεάζεται από τις άλλες, αλλά και το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών.

Περιορισμοί της έρευνας – Προτάσεις για περαιτέρω εξέλιξη

Οι μαθητές δούλευαν κυρίως ανεξάρτητα στις ομάδες τους, οπότε δεν ήταν δυνατόν να καταγραφούν όλες οι συζητήσεις μεταξύ τους. Οι συνεντεύξεις ήταν ομαδικές, οπότε πιθανά κάποιοι μαθητές να μην εξέφρασαν τη σκέψη τους. Η συλλογή δεδομένων ήταν ποιοτική, ιδίως για τη γνώση των εννοιών των Φ.Ε.. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές ξεκίνησαν την κατασκευή του ρομπότ χωρίς να έχουν ένα σχέδιο εξαρχής, με αποτέλεσμα να βρεθούν σε τέλμα πολύ σύντομα. Επιπλέον, δεν αντάλλασσαν ιδέες μεταξύ τους, οπότε δύο ομάδες μπορεί να προσπαθούσαν να λύσουν το ίδιο πρόβλημα, χωρίς να το γνωρίζουν. Για το λόγο αυτό, αποφασίστηκε κατά το σχολικό έτος 2023-24 να εισαχθεί το engineering design process (διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης). Αυτό θα βοηθήσει και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του project είναι δυνατή η διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών, που είτε οι μαθητές έχουν παρανοήσει είτε δεν έχουν αντιληφθεί σε βάθος, με βιωματικό και ανακαλυπτικό τρόπο. Σημαντικό είναι ο/η εκπαιδευτικός να φροντίζει να επισημαίνει τις έννοιες και να γίνεται συζήτηση πάνω σε αυτές, με σαφή τρόπο. Παράλληλα, είναι δυνατή η καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων με συστηματικό τρόπο, καθώς όλες οι ομάδες παρουσίασαν σαφή βελτίωση κατά τη διάρκεια του project. Οι περσινοί μαθητές που συμμετέχουν στο αντίστοιχο project και τη χρονιά 2023-24

αναφέρουν ότι έχουν βελτιώσει την επίδοσή τους στη Φυσική και ότι αισθάνονται μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση κατά τη διαδικασία δημιουργίας του καινούριου ρομπότ.

Θεωρούμε ότι η ενασχόληση μαθητών με παρόμοιες δραστηριότητες μη-τυπικής εκπαίδευσης ενισχύει τη μάθηση στις Φ.Ε. καλλιεργώντας παράλληλα τις ήπιες δεξιότητες, και βοηθάει την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anderson, J. (2020). The STEM education phenomenon and its impact on school curriculum. *Curriculum Perspectives 40,* 217–223. https://doi.org/10.1007/s41297-020-00107-3

Ali, M. Tse, A.W. (2023). Research Trends and Issues of Engineering Design Process for STEM Education in K-12: A Bibliometric Analysis, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 11*(3), 695-727, https://doi.org/10.46328/ijemst.2794

Bybee, R. (2011). Scientific and Engineering Practices in K–12 Classrooms: Understanding A Framework for K–12 Science Education, *Science and Children, 78*(4).

Church, W., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010). Physics With Robotics - Using LEGO MINDSTORMS In High School Education. *AAAI Spring Symposium: Educational Robotics and Beyond*.

Cimatti, B. (2016). Definition, Development, Assessment of Soft Skills and their role for the quality of organizations and enterprises, *International Journal for Quality Research*, *10*(1), 97-130, https://doi.org/10.18421/IJQR10.01-05

D'Amico, A. Guastella, D Chella, A. (2020). A playful Experiential Learning System with Educational Robotics, *Frontiers in Robotics and AI,* https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00033

English, L. King, D. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace, *International Journal of STEM Education, 2(*14), https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7

Ferrarelli, P., Iocchi, L. (2021). Learning Newtonian Physics through Programming Robot Experiments. *Technology Knowledge and Learning, 26*, 789–824. https://doi.org/10.1007/s10758-021-09508-3

Kelley, T. Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education, *International Journal of STEM Education, 3*(11), https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Khoiri, A *et al* (2021) *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012142, https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012142

Kopcha, T.J., McGregor, J., Shin, S. *et al.* (2017). Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. *Journal of Formative Design in Learning, 1,* 31–44. https://doi.org/10.1007/s41686-017-0005-1

Millar, V. (2020). Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science & Education, 29,* 929–948. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4

Ntemngwa, C. & Oliver, J.S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* (IJEMST), *6*(1), 12-40. https://doi.org/10.18404/ijemst.380617

Roehrig, G. Dare, E. Ring-Whalen, E. Wieselmann, J. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum, *International Journal of STEM Education, 8*(2), https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8

Sen, C. Ay. Z. Kiray, S. (2018). STEM skills in the 21st century education, In Book Shelley, M. & Kiray, S (Eds) Research Highlights in STEM Education, ISRES Publishing, p. 81-101

Theodoropoulou, I., Lavidas, K. & Komis, V. (2023). Results and prospects from the utilization of Educational Robotics in Greek Schools. *Technology Knowledge Learning 28,* 225–240. https://doi.org/10.1007/s10758-021-09555-w