

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών



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

Άννα Κουμαρά, Χαρίτων Πολάτογλου

doi: [10.12681/codiste.5411](https://doi.org/10.12681/codiste.5411)

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

Άννα Κουμαρά¹, Χαρίτων Πολάτογλου²

¹Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ, ²Αφ. Καθηγήτριας Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ

anniekmr@gmail.com, hariton@auth.gr

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 Koumara¹, Hariton Polatoglou²

¹Post doctoral researcher, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki, ²Ret. Professor, Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki

anniekmr@gmail.com, hariton@auth.gr

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 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.

Key words: science concepts, soft skills, STEM education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση STEM είναι από τις κυρίαρχες τάσεις στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών τα τελευταία χρόνια. Μπορεί να οριστεί ως μια «διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση, όπου απαιτητικές ακαδημαϊκές έννοιες συνδέονται με προβλήματα του πραγματικού κόσμου, καθώς οι μαθητές εφαρμόζουν τις Φυσικές Επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά σε πλαίσια που συνδέουν το σχολείο, την κοινότητα, την εργασία και το παγκόσμιο γίγνεσθαι. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές καλλιεργούν πολλαπλούς γραμματισμούς και αποκτούν ικανότητες, ώστε να είναι ανταγωνιστικοί στη νέα οικονομία» (Holmlund et al, 2018). Συνδέεται με το project-based learning, μια προσέγγιση όπου οι μαθητές μαθαίνουν μέσα από ολοκληρωμένες εργασίες, που σχετίζονται με τον πραγματικό κόσμο. Σε αυτό, οι μαθητές δουλεύουν σε ομάδες, κάνουν έρευνα, απαντάνε στις ερωτήσεις που προκύπτουν, συνεργάζονται, επικοινωνούν, αντιμετωπίζουν προκλήσεις. Παραμένουν διαρκώς ενεργοποιημένοι και, πέρα από τις γνώσεις, καλλιεργούν δεξιότητες (Falloon, et al, 2020).

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. Τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, τα προβλήματα που έλυσε και η έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων αναλύονται στη βιβλιογραφία (Theodoropoulou et al, 2023).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία αφορά στην προετοιμασία 14 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/>). Από τους 14 μαθητές, 2 πηγαίνουν στην Α΄ Γυμνασίου, 4 στη Β΄ Γυμνασίου, 3 στη Γ΄ Γυμνασίου και 5 στην Α΄ Λυκείου. Η εμπειρία τους στην εκπαιδευτική ρομποτική κυμαίνεται από αρκετά χρόνια, μέχρι λίγους μήνες. Σχετικά με το φύλο, 5 είναι κορίτσια και 9 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. Οι μαθητές, σε ομάδες των τριών (και ένα ζευγάρι), κατασκευάζουν το δικό τους ρομπότ από τα πακέτα LEGO Mindstorms ή LEGO Spike Prime, που να εκτελεί συγκεκριμένες αποστολές, με βάση τους κανονισμούς, κινούμενο σε πίστα. Τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούν α) στο αν είναι δυνατή η διδασκαλία και κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών και β) αν μπορούν να καλλιεργηθούν ήπιες δεξιότητες κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας. Πρόκειται για έρευνα δράσης, η οποία ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2022 και ολοκληρώθηκε το Μάρτιο του 2023. Οι προπονήσεις ήταν εβδομαδιαίες, διάρκειας 90 λεπτών. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε 5 ομάδες, 3 έμπειρες και 2 αρχαρίων, με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους στην Εκπαιδευτική Ρομποτική.

Από τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών επιλέχθηκε η «ταχύτητα» και η «αδράνεια», έννοιες που όλοι οι μαθητές είχαν διδαχθεί. Μελετάται αν μέσω της εμπλοκής τους με το διαγωνισμό, οι μαθητές τις κατανόησαν βαθύτερα. Ως εργαλείο χρησιμοποιήθηκαν η παρατήρηση και η συνέντευξη.

Σχετικά με τις ήπιες δεξιότητες, επιλέχθηκαν ως πιο επιδραστικές, η επικοινωνία, η συνεργασία, η κριτική σκέψη και η δημιουργικότητα, οι λεγόμενες 4Cs (Nurlenasari et al, 2018). Ορίσαμε κάθε δεξιότητα και δημιουργήσαμε ρουμπρίκα που μετράει τα επιτεύγματα κάθε ομάδας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Η πρώτη συγγραφέας ήταν παρατηρήτρια και κατέγραφε την πορεία κάθε ομάδας με το μήνα.

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 ρόλων 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, 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 μόνοι τους

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σχετικά με τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, οι μαθητές αρχικά δεν μπορούσαν να αντιληφθούν ότι η «αδράνεια» και η «ταχύτητα» συνδέονται με το project τους. Όσον αφορά στην αδράνεια, στην αρχή ανέφεραν τον ορισμό, όπως γράφεται στο σχολικό βιβλίο της Β΄ Γυμνασίου (Αντωνίου, κ.α., 2007, σελ. 53), χωρίς να αντιλαμβάνονται πώς επηρεάζει την κίνηση του ρομπότ τους. Μέσα στους 2 πρώτους μήνες, μόλις άρχισαν τις δοκιμές την πίστα, αντιλήφθηκαν την επίδρασή της, όταν το ρομπότ τους δεν ακινητοποιούνταν ακαριαία. Μάλιστα, αντιλήφθηκαν την επίδραση της μεταβολής της ταχύτητας και της μάζας στην αδράνεια της κατασκευής τους: «Το ρομπότ μας δεν σταματούσε ακριβώς στο σημείο που του ορίζαμε, αλλά λίγο πιο μπροστά, λόγω της αδράνειας», ανέφεραν 4 ομάδες, το οποίο αντιμετώπισαν χαμηλώνοντας την ταχύτητα (2 ομάδες), είτε χαμηλώνοντας το κέντρο βάρους (2 ομάδες). Η 5^η ομάδα δεν αντιμετώπισε αυτό το πρόβλημα, γιατί δεν κατάφερε να αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα, λόγω κατασκευής. Η ομάδα αυτή, «αντιμετώπισε» την αδράνεια «καθώς το ρομπότ μας έστριβε. Σε μια απότομη στροφή 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 αντιμετώπισαμε χαμηλώνοντας ακόμα περισσότερο την ταχύτητα και προσθέτοντας ρόδες, αντί για τις μπίλιες που είχαμε, ώστε να αυξήσουμε την τριβή στο σημείο».

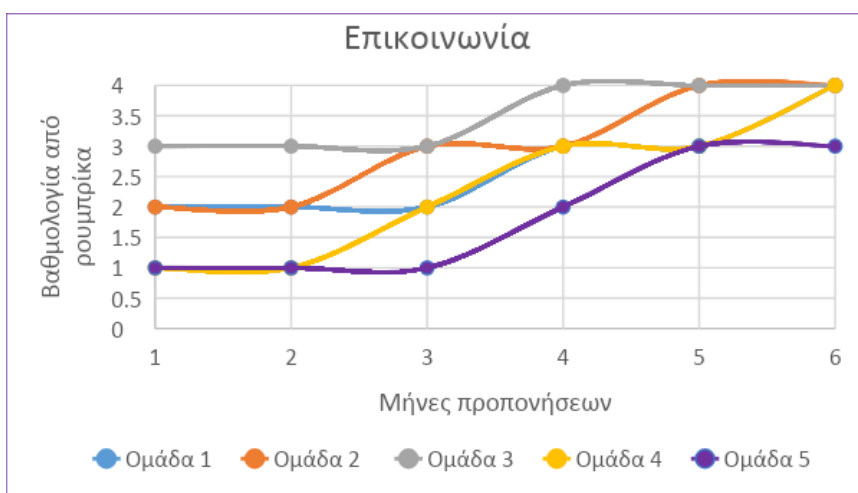
Για την ταχύτητα, γενικά στους διαγωνισμούς ρομποτικής, που μετράει ο χρόνος για κάθε προσπάθεια, είναι σημαντικό να αυξηθεί η ταχύτητα όσο περισσότερο γίνεται στις ευθείες, που το ρομπότ ακολουθεί μια μαύρη γραμμή και στις στροφές να μειωθεί τόσο ώστε να παίρνει τις στροφές με ασφάλεια και να μη χάσει το δρόμο του. Συνεπώς, όλοι οι μαθητές αφιέρωσαν πολλές ώρες προσπαθώντας να εκτελέσουν τις αποστολές του διαγωνισμού και να αυξήσουν την ταχύτητα στα σημεία που μπορούσαν. Ενδεικτικά, μία ομάδα παρατήρησε 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». Μια άλλη ομάδα ανέφερε ότι «αναγκαστήκαμε να ψηλώσουμε την κατασκευή μας επειδή ήταν εκτός ορίων, οπότε ανεβάσαμε το κέντρο βάρους και δεν μπορούσε να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα». Τέλος, η ομάδα που δεν κατάφερε εξαρχής να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα το απέδωσε στη «μη συμμετρικότητα της κατασκευής». Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι μαθητές ανακάλυψαν πολλές παραμέτρους για την ταχύτητα, εκτός από τον ορισμό της «πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα», που επαναλάμβαναν στην αρχή των προπονήσεων.

Για περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών χρειάζονται περισσότερα ποσοτικά δεδομένα, π.χ. γραπτές ερωτήσεις πριν και μετά σχετικά με την κατανόησή τους ή

αναφορά παραδειγμάτων από τους μαθητές. Κατά τη διάρκεια των προπονήσεων γινόταν θεωρητική συζήτηση, η οποία μπορεί να αναπτυχθεί περαιτέρω. Σημαντικό είναι ο/η εκπαιδευτικός να μιλάει στην ολομέλεια της τάξης, βεβαιώνοντας ότι όλοι οι μαθητές παρακολουθούν.

Σχετικά με την ανάπτυξη των ήπιων δεξιοτήτων, η επικοινωνία παρουσιάζει ενδιαφέρον, καθώς μόνο μία έμπειρη ομάδα κατάφερε να σχεδιάσει τη διαδικασία μόνη της. Οι άλλες δύο έμπειρες δεν μπορούσαν να καταλήξουν σε μία λύση, και για περίπου ένα μήνα σχεδίαζαν, κατασκεύαζαν και άλλαζαν σχέδια, χωρίς να σημειώνουν πρόοδο. Μόνο μετά την παρέμβαση του προπονητή, που αφέρωσε δύο προπονήσεις με κάθε ομάδα, μπόρεσαν να συμφωνήσουν. Οι ομάδες των άπειρων έπρεπε πρώτα να καταλάβουν το πρόβλημα και να χειριστούν καλύτερα τον εξοπλισμό. Συνεπώς, μετά τις διακοπές των Χριστουγέννων κατόρθωσαν να αναλάβουν το project μόνοι τους. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται το διάγραμμα εξέλιξης της δεξιότητας της επικοινωνίας για όλες τις ομάδες, σε όλους τους μήνες του project.

Σχήμα 1. Εξέλιξη της ικανότητας επικοινωνίας για τις 5 ομάδες κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του project



Αντίστοιχη ανάλυση και όμοια διαγράμματα υπάρχουν και για τις άλλες δεξιότητες, όπου αναδεικνύεται ότι όλες αναπτύχθηκαν, σε άλλες ομάδες περισσότερο και άλλες λιγότερο. Όλες οι δεξιότητες δεν ξεκίνησαν από την ίδια βάση, π.χ. η συνεργασία βρισκόταν εξαρχής σε υψηλό επίπεδο, καθώς οι μαθητές γνωρίζονταν μεταξύ τους, όλες όμως βελτιώθηκαν σημαντικά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι από την προετοιμασία ομάδων σε διαγωνισμό STEM είναι δυνατόν να γίνει διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών, που είτε οι μαθητές έχουν παρανοήσει είτε δεν έχουν αντιληφθεί σε βάθος, αρκεί ο/η εκπαιδευτικός να φροντίζει να τις επισημαίνει και να γίνεται συζήτηση πάνω σε αυτές, με σαφή τρόπο. Παράλληλα, είναι δυνατή η καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων με συστηματικό τρόπο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αντωνίου, Ν. Δημητριάδης, Π. Καμπούρης, Κ. Παπαμιχάλης, Κ. Παπασίμπα, Λ. (2007), Φυσική Β' Γυμνασίου, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος, Αθήνα.
- Falloon, G. Hatzigianni, M. Bower, M. Forbes, A. Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM Education: a Framework for Developing STEM Literacy, *Journal of Science Education and Technology*, **29**, 369-385, <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- Holmlund, T. Lesseig, K. Slavits, D. (2018). Making sense of "STEM education" in K-12 contexts, *International Journal of STEM Education*, **5**, 32, <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Nurlenasari, N. Lidinillah, D.A.M, Nugraha, A. Hamdu, G. (2018). Assessing 21st century skills of fourth-grade student in STEM learning, *Journal of Physics: Conference Series*, **1318** 012058
- Theodoropoulou, I. Lavidas, K. Komis, V. (2023). Results and prospects from the utilization of Educational Robotics in Greek Schools, *Technology, Knowledge and Learning*, **28**, 225-240, <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09555-w>