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

Σχεδιασμός, υλοποίηση και αξιολόγηση σεμιναρίου εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση STEM

Ιωάννα Σταύρου, Ηλίας Μπόικος, Βασίλης Μιχαλόπουλος, Αχιλλέας Μανδρίκας, Κυριάκος Κυριακού, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Κωνσταντίνος Σκορδούλης

doi: 10.12681/codiste.6928

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 10/12/2025 20:28:59

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM

Ιωάννα Σταύρου[1], Ηλίας Μπόικος[2], Βασίλης Μιχαλόπουλος[3], Αχιλλέας Μανδρίκας[1], Κυριάκος Κυριακού[1], Κωνσταντίνα Στεφανίδου[4], Κωνσταντίνος Σκορδούλης[5]

[1]Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, [2]Υποψ.Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, [3]Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης, [4]ΕΔΙΠ ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, [5]Καθηγητής ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ

ioanna.k.stavrou@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία, η οποία αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου ερευνητικού προγράμματος, αναφέρεται στον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση επιμορφωτικού σεμιναρίου εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση STEM, το οποίο πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του χρηματοδοτούμενου από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) Προγράμματος «Διάχυση STEM» (DI-STEM). Το σεμινάριο υλοποιήθηκε στα τρία σχολεία – κόμβους του Προγράμματος από το Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαίδευση STEM, εκπαίδευση εκπαιδευτικών

DESIGN, IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A TEACHERS' WORKSHOP ON STEM EDUCATION

Ioanna Stavrou[1], Ilias Boikos[2], Vasilis Michalopoulos[3], Achilleas Madrikas[1], Kyriakos Kyriakou[1], Constantina Stefanidou[4], Constantine Skordoulis[5]

[1]PhD Department of Primary Education, NKUA, [2]PhD candidate, Department of Primary Education, NKUA, [3] Secondary school teacher, [4]Laboratory Teaching Staff, Department of Primary Education, NKUA, [5]Professor, Department of Primary Education, NKUA

ioanna.k.stavrou@gmail.com

ABSTRACT

The present study, which is part of a broader research project, concerns the design, implementation, and evaluation of a training seminar for teachers on STEM Education in the context of the "Diffusion of STEM" (DI-STEM) Project, funded by the Hellenic Foundation of Research and Innovation. The seminar was held in the three school-hubs of the Project by Athens Science and Education Laboratory project team with encouraging results.

Keywords: STEM education, teacher education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βελτίωση της εκπαίδευσης STEM είναι κοινός στόχος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, τη Μηχανική και την Τεχνολογία, τουλάχιστον τα τελευταία είκοσι χρόνια. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι σημαντικός για την ακαδημαϊκή πορεία των μαθητών στα αντικείμενα του STEM και συχνά και για την επαγγελματικό τους προσανατολισμό (Autenrieth et al., 2017). Ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη για προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών στην εκπαίδευση STEM και συχνά αυτά οργανώνονται από φορείς χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής (Kelley et al., 2020), τόσο σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης όσο και με την μορφή workshops για τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, όπως προτείνουν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί (Shernoff et al., 2017). Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Διάχυση STEM (Diffusion of STEM/DI-STEM)» μέσω της λειτουργίας τεσσάρων κόμβων (βλ. περισσότερα στα Mandrikas et al., 2023˙ Stefanidou et al., 2024).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο κύκλος σεμιναρίων για την εκπαίδευση STEM που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο 2ο Δημοτικό Σχολείο Μεσσήνης, στο Σχολείο Δεύτερης Ευκαιρίας Αγίων Αναργύρων Αττικής και στο Εσπερινό Γενικό Λύκειο Αγίων Αναργύρων Αττικής καθώς και η αξιολόγησή του από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς. Στο σεμινάριο παρουσιάστηκε μια σειρά δραστηριοτήτων STEM ενταγμένες σε θεματικές ενότητες περιβαλλοντικής θεματολογίας, για την υλοποίηση των οποίων αξιοποιήθηκαν ψηφιακές τεχνολογίες, εκπαιδευτική ρομποτική (physical computing) με χρήση ανοικτού υλικού (π.χ. Arduino), αισθητήρες, ο βασικός εξοπλισμός των σχολείων, υλικά καθημερινής χρήσης και προϊόντα αναβαθμισμένης ανακύκλωσης (upcycling). Ο κύκλος σεμιναρίων πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ στα τρία (3) προαναφερόμενα σχολεία, που αποτελούσαν κόμβους του Προγράμματος «Διάχυση STEM – Diffusion of STEM (DI - STEM)».

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σχεδιασμός & Υλοποίηση Σεμιναρίου Εκπαιδευτικών

Σε καθένα από τα τρία σχολεία – κόμβους το πρόγραμμα του σεμιναρίου είχε ως εξής: Θεωρητικό μέρος: α) Εισαγωγή στην Εκπαίδευση STEM: έξι (6) ώρες β) Εισαγωγή στην Εκπαιδευτική Ρομποτική: έξι (6) ώρες. Υλοποίηση Εκπαιδευτικών Ενοτήτων STEM: Σε κάθε σχολείο έγινε επιμόρφωση σε τρεις θεματικές ενότητες STEM, οι οποίες επιλέχθηκαν από τους εκπαιδευτικούς του σχολείου μεταξύ των εξής πέντε θεματικών ενοτήτων: «Βρέξει χιονίσει», «Τι αναπνέουμε;», «Χρειάζομαι πότισμα», «Με τον ήλιο οδηγώ», «Σπίτι μου, σπιτάκι μου».

Η επιμόρφωση σε κάθε θεματική ενότητα είχε διάρκεια 6 ωρών (3 ώρες διά ζώσης και 3 ώρες εξ αποστάσεως). Για τις ανάγκες κάθε σεμιναρίου χρησιμοποιήθηκε εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε από την ομάδα έργου και το οποίο αποτελείται από το «DI-STEM βιβλίο μαθητή», που περιέχει πέντε πλήρη εκπαιδευτικά προγράμματα STEM για το δημοτικό, το γυμνάσιο και το λύκειο, καθώς και το «DI-STEM βιβλίο εκπαιδευτικού», που περιέχει επιπλέον ενδεικτικές απαντήσεις και το σχετικό θεωρητικό πλαίσιο. Το ανωτέρω υλικό είναι αναρτημένο στην e-class «DI-STEM Κοινότητα Μάθησης και Πρακτικής»

(https://eclass.gunet.gr/courses/NETGU312/) και είναι ελεύθερα προσβάσιμο στον ιστότοπο του προγράμματος http://asel.primedu.uoa.gr/di-stem-diaxysh-stem.html

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Για την αξιολόγηση του κύκλου των τριών επιμορφωτικών σεμιναρίων εκπαιδευτικών στο πλαίσιο του προγράμματος DI-STEM δημιουργήθηκε ψηφιακό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από τους 39 εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν σε αυτά. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από έξι (6) ομάδες ερωτήσεων:

Η 1η ομάδα «Εισαγωγικά Στοιχεία» περιείχε τέσσερις (4) εισαγωγικές ερωτήσεις (σχολείο, ειδικότητα, εφαρμογή κάποιας ενότητας στο τρέχον σχολικό έτος, αριθμός τμημάτων του σχολείου που θα γίνει εφαρμογή της ενότητας) και δύο (2) ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, όπου οι εκπαιδευτικοί ερωτώνται για τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία του σεμιναρίου. Η 2η ομάδα «Γενική εκτίμηση του σεμιναρίου» περιείχε πέντε (5) ερωτήσεις κλειστού τύπου της διαβαθμισμένης κλίμακας Likert με κριτήρια τη σαφήνεια των στόχων του σεμιναρίου, τη συνάφεια και τη συμπληρωματικότητα μεταξύ των εισηγήσεων, την ύπαρξη κλίματος συνεργατικότητας και αλληλεπίδρασης και την ικανοποίηση των προσδοκιών των συμμετεχόντων.

Οι τρεις επόμενες ομάδες ερωτήσεων σχετίζονταν με τη συνάφεια του περιεχομένου των ενοτήτων με το μοντέλο των τριών διαστάσεων (NCR, 2012˙ NRC, 2013). Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να απαντήσουν ποιες πρακτικές επιστήμης και μηχανικής (science and engineering practices), ποιες κεντρικές ιδέες/έννοιες (core ideas) και ποιες εγκάρσιες/διεπιστημονικές έννοιες (crosscutting concepts) διέκριναν σε καθεμιά από τις ενότητες στις οποίες επιμορφώθηκαν. Οι επιλογές ήταν συγκεκριμένες σε κάθε ερώτηση και οι εκπαιδευτικοί καλούνταν να επιλέξουν όσες διέκριναν κατά την κρίση τους σε κάθε ενότητα. Τέλος, η 6η ομάδα «Γνωστικά αντικείμενα STEM» περιείχε τέσσερις (4) ερωτήσεις που αφορούσαν τη σύνδεση των ενοτήτων που υλοποιήθηκαν στο σεμινάριο με τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα (Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά) (Kelley & Knowels, 2016˙ Roehring et al., 2021).

Για τη μελέτη των ανοιχτών ερωτήσεων της 1ης ομάδας «Δυνατά και Αδύνατα σημεία του Σεμιναρίου» χρησιμοποιήσαμε την ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2015) και ως Μονάδα Ανάλυσης ορίστηκε η απάντηση κάθε εκπαιδευτικού. Όσον αφορά στην ανάλυση δεδομένων της 2ης ομάδας «Γενική εκτίμηση του σεμιναρίου» για κάθε συγκεκριμένο κριτήριο χρησιμοποιήσαμε διαβαθμισμένη 5βάθμια κλίμακα Likert και καταγράψαμε το πλήθος των απαντήσεων σε ποσοστά επί τοις εκατό. Όσον αφορά στην ανάλυση των δεδομένων που αφορά στην 3η ομάδα ερωτήσεων «Πρακτικές της Επιστήμης και της Μηχανικής», στην 4η ομάδα «Κεντρικές Ιδέες/Έννοιες», στην 5η ομάδα ερωτήσεων «Εγκάρσιες/Διεπιστημονικές Έννοιες» και στην 6η ομάδα ερωτήσεων «Γνωστικά αντικείμενα STEM» καταγράψαμε το σύνολο των εκπαιδευτικών που υλοποίησε κάθε ενότητα χωριστά και τις απαντήσεις που έδωσαν σε ποσοστά επί τοις εκατό.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εισαγωγικά στοιχεία

Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί προέρχονταν κατά πλειοψηφία από την Α/θμια Εκπ/ση (56,4%), ενώ οι προερχόμενοι από τη Β/θμια Εκπ/ση ήταν 43,6% και περίπου ισομοιράζονταν μεταξύ των δυο συμμετεχόντων

σχολείων. Ως προς την ειδικότητα, στους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς υπερτερούσαν οι δάσκαλοι (46,2%) και ακολουθούσαν οι φυσικοί (23,1%), οι πληροφορικοί (10,3%), οι χημικοί (7,7%) και οι βιολόγοι (5,1%).

Ως προς την πρόθεση εφαρμογής κατά την τρέχουσα σχολική χρονιά (δηλαδή κατά τον χρόνο υλοποίησης του σεμιναρίου) των δραστηριοτήτων των θεματικών ενοτήτων στις οποίες επιμορφώθηκαν υπήρχε ένα σημαντικό 23,1% που δεν θα εφάρμοζε για διάφορους λόγους τις ενότητες. Η ενότητα «Βρέξει-χιονίσει» προτιμήθηκε από το 25,6%, η ενότητα «Τι αναπνέουμε» από το 17,6%, οι ενότητες «Με τον ήλιο οδηγώ» και «Χρειάζομαι πότισμα» από το 15,6% καθεμιά, ενώ η λιγότερο προτιμητέα ενότητα υπήρξε το «Σπίτι μου, σπιτάκι μου» (2,6%). Ας σημειωθεί ότι ανεξάρτητα από τις παραπάνω επιλογές προς εφαρμογή στην τάξη οι εκπαιδευτικοί επιμορφώθηκαν σε περισσότερες ενότητες ανά σχολείο – κόμβο κατά τη διάρκεια των σεμιναρίων.

Στα δυνατά σημεία του σεμιναρίου όλοι οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν την σύνδεση πολλών γνωστικών αντικειμένων ταυτόχρονα, την αλληλεπίδραση μεταξύ των εκπαιδευομένων, την πρακτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων που θα υλοποιήσουν στην τάξη, την άμεση ανταπόκριση και συνεργασία με τους εκπαιδευτές για επίλυση απορριών, την πρακτική ενασχόληση με τα αντικείμενα STEM, την ομαδικότητα και τη συνεργασία. Επίσης, αναφέρθηκαν στην πληρότητα του υλικού, στην άρτια ενημέρωση και κατάρτιση των εκπαιδευτών, στις απλές και κατανοητές παρουσιάσεις και στην πρακτική εφαρμογή του θεωρητικού μέρους.

Στα αδύνατα σημεία του σεμιναρίου αναφέρεται από μέρος των εκπαιδευτικών ο συμπιεσμένος χρόνος υλοποίησης του σεμιναρίου (τέσσερα Σαββατοκύριακα στη σειρά) καθώς και το γεγονός ότι ήθελαν περισσότερο χρόνο πρακτικής εξάσκησης κυρίως σε αντικείμενα που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία, όπως στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Αξίζει να αναφερθεί ότι το 33,3% απάντησε ότι δεν βρήκε κανένα αδύνατο σημείο.

Γενική εκτίμηση του σεμιναρίου

Η γενική εκτίμηση του σεμιναρίου από τους εκπαιδευτικούς κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα, ειδικά ως προς το κλίμα συνεργατικότητας και αλληλεγγύης που υπήρχε κατά τη διάρκεια του σεμιναρίου (90%), τη σαφήνεια των στόχων του (84%) και τη συμπληρωματικότητα των εισηγήσεων (72%). Ένα σημαντικό 77% δήλωσε ότι θα σύστηνε το σεμινάριο για παρακολούθηση σε συναδέλφους. Η σχετικά χαμηλή ικανοποίηση προσδοκιών (51%) θεωρούμε ότι συνδυάζεται με τα αδύνατα σημεία που αναφέρθηκαν παραπάνω (Πίνακας 1). Με βάση τις κρίσεις των εκπαιδευτικών θεωρούμε ότι το σεμινάριο πέτυχε την αρχική ευνοϊκή διάχυση του STEM τουλάχιστον στις συγκεκριμένες σχολικές κοινότητες.

Πίνακας 1. Γενική εκτίμηση των εκπαιδευτικών για το σεμινάριο (συνολικά 39 εκπαιδευτικοί)

	Πάρα πολύ λίγο	Πολύ λίγο	Λίγο	Αρκετά	Πολύ
Σαφήνεια στόχων σεμιναρίου	0%	0%	3%	13%	84%
Συνάφεια και συμπληρωματικότητα μεταξύ των εισηγήσεων	0%	0%	5%	23%	72%
Κλίμα συνεργατικότητας και αλληλεγγύης	0%	0%	0%	10%	90%
Ικανοποίηση προσδοκιών	0%	0%	0%	49%	51%
Θα σύστηνα το σεμινάριο σε συναδέλφους	0%	0%	0%	23%	77%

Πρακτικές Επιστήμης και Μηχανικής

Όταν οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να διακρίνουν ποιες από τις πρακτικές Επιστήμης και Μηχανικής συνάντησαν σε κάθε ενότητα STEM που εφάρμοσαν οι ίδιοι/ες στη διάρκεια του σεμιναρίου, φάνηκε ότι διέκριναν σχεδόν όλες τις πρακτικές σε υψηλά ποσοστά σε όλες τις θεματικές ενότητες (Πίνακες 2α και 2β). Τα μεγαλύτερα ποσοστά συγκεντρώνουν σε όλες τις ενότητες η πρακτική «Σχεδιασμός και εκτέλεση έρευνας» και η πρακτική «Διατύπωση – προσδιορισμός προβλήματος». Ενδεχομένως οι εκπαιδευτικοί να ήταν πιο εξοικειωμένοι με αυτές τις πρακτικές από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία τους. Αντιθέτως, η «Ανάπτυξη εξηγήσεων & σχεδιασμός λύσεων» και η «Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα» αναγνωρίστηκαν σε μικρότερο βαθμό λόγω μικρότερης παρουσίας στις καθημερινές πρακτικές των Φυσικών Επιστημών στη σχολική τάξη.

Πίνακας 2. Εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν την κάθε ενότητα και διέκριναν σε αυτήν Πρακτικές Επιστήμης & Μηχανικής

	Βρέξει-χιονίσει (39 εκπ)	Με τον ήλιο οδηγώ (17 εκπ)	Σπίτι μου, σπιτάκι μου (8 εκπ)	Τι αναπνέουμε (22 εκπ)	Χρειάζομαι πότισμα (31 εκπ)
Διατύπωση - προσδιορισμός προβλήματος	85%	82%	75%	100%	77%
Ανάπτυξη & χρήση μοντέλων	82%	71%	50%	100%	81%
Σχεδιασμός και εκτέλεση έρευνας	87%	76%	88%	100%	87%
Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων	79%	47%	75%	91%	84%
Χρήση Μαθηματικών & Υπολογιστικής Σκέψης	79%	65%	63%	100%	81%
Ανάπτυξη εξηγήσεων & σχεδιασμός λύσεων	49%	0%	0%	91%	58%
Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα	79%	53%	50%	86%	71%
Λήψη, αξιολόγηση & επικοινωνία πληροφορίας	79%	59%	88%	77%	77%

Κεντρικές ιδέες/έννοιες

Όταν οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να διακρίνουν ποιες από τις Κεντρικές Ιδέες/Εννοιες συνάντησαν σε κάθε ενότητα STEM που εφάρμοσαν οι ίδιοι/ες στη διάρκεια του σεμιναρίου, φάνηκε ότι διέκριναν ευκολότερα την «Ενέργεια» και δυσκολότερα τα «Κύματα και εφαρμογές τους στην Τεχνολογία» σε όλες τις θεματικές ενότητες. Οι Ιδέες/Εννοιες «Η ύλη και οι αλληλεπιδράσεις της» και «Κίνηση και σταθερότητα» εντοπίστηκαν σε ικανοποιητικά ποσοστά με εξαίρεση όσους/ες εφάρμοσαν την ενότητα «Σπίτι μου, σπιτάκι μου» (Πίνακας 3). Φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί ήταν γενικά περισσότερο εξοικειωμένοι με την έννοια «Ενέργεια» λόγω των αυξημένων αναφορών της στα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών που διδάσκουν στο σχολείο.

Πίνακας 3. Εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν την κάθε ενότητα και διέκριναν σε αυτήν Κεντρικές Ιδέες/Εννοιες

Θεματική ενότητα	Αριθ. εκπ/κών ανά ενότητα	Η ύλη και οι αλληλεπιδράσεις της	Κίνηση και σταθερότητα	Ενέργεια	Κύματα και εφαρμογές τους στην Τεχνολογία
Βρέξει-χιονίσει	39	54%	51%	64%	44%
Με τον ήλιο οδηγώ	17	71%	76%	82%	18%
Σπίτι μου, σπιτάκι μου	8	13%	50%	75%	0%
Τι αναπνέουμε	22	95%	73%	55%	50%
Χρειάζομαι πότισμα	31	58%	52%	68%	35%

Το ίδιο αλλά σε μικρότερο βαθμό ισχύει για τις έννοιες «Κίνηση και σταθερότητα» και «Η ύλη και οι αλληλεπιδράσεις της», οι οποίες μελετώνται αρκετά ειδικά στη Β/θμια Εκπ/ση. Αντίθετα, η έννοια «Κύματα και εφαρμογές τους στην Τεχνολογία» είναι πιο εξειδικευμένη και αναφέρεται σε λιγότερα μέρη των αναλυτικών προγραμμάτων, οπότε οι εκπαιδευτικοί δεν ήταν εξαρχής υποψιασμένοι για την παρουσία της στις θεματικές

ενότητες STEM του σεμιναρίου. Πάντως, η ενότητα «Σπίτι μου, σπιτάκι μου» φαίνεται ότι δεν ανέδειξε γενικότερα τις κεντρικές ιδέες/έννοιες που αναζητούσαμε κι αυτό είναι ένα σημείο προς βελτίωση.

Εγκάρσιες έννοιες

Όταν οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να διακρίνουν ποιες Εγκάρσιες Έννοιες συνάντησαν σε κάθε ενότητα STEM που εφάρμοσαν οι ίδιοι/ες στη διάρκεια του σεμιναρίου, φαίνεται ότι το έκαναν σχετικά εύκολα αλλά όχι σε πολύ υψηλά ποσοστά. Η εγκάρσια έννοια «Αίτιο – Αποτέλεσμα» ήταν η πιο διακριτή και αναγνωρίσιμη από τους εκπαιδευτικούς συνολικά (Πίνακας 4). Εμφανώς χαμηλότερη επίδοση στην αναγνώριση είχε η εγκάρσια έννοια του «Μοτίβου» συνολικά. Τέλος, φαίνεται ότι η ενότητα «Σπίτι μου, σπιτάκι μου» δεν παρείχε εμφανή στοιχεία για τις έννοιες «Συστήματα & Συστήματα μοντέλων», «Ενέργεια & Ύλη» και «Δομή & Λειτουργία», επομένως το εύρημα αυτό αποτελεί σημείο κριτικής και ανατροφοδότησης για την ομάδα έργου.

Πίνακας 4. Εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν την κάθε ενότητα και διέκριναν σε αυτήν Εγκάρσιες Έννοιες

Θεματικές ενότητες	Αριθ. Εκπ. ανά ενότητα	Μοτίβο (%)	Αίτιο-Αποτέλεσμα	Συστήματα & Συστήματα μοντέλων	Ενέργεια & Ύλη	Δομή & Λειτουργία	Σταθερότητα & Αλλαγή
Βρέξει-χιονίσει	39	56%	69%	69%	54%	62%	67%
Με τον ήλιο οδηγώ	17	29%	59%	65%	76%	71%	47%
Σπίτι μου, σπιτάκι μου	8	38%	88%	38%	38%	50%	75%
Τι αναπνέουμε	22	68%	86%	68%	95%	86%	77%
Χρειάζομαι πότισμα	31	81%	77%	74%	71%	81%	71%

Γνωστικά πεδία του STEM

Όταν οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να διακρίνουν τα γνωστικά πεδία του STEM σε κάθε ενότητα που εφάρμοσαν οι ίδιοι/ες στη διάρκεια του σεμιναρίου, έδειξαν να μη δυσκολεύονται καθόλου. Εντόπισαν σε πολύ υψηλά ποσοστά συνολικά τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία (Πίνακας 5). Αντίθετα, η Μηχανική και τα Μαθηματικά υπολείπονταν συνολικά σε αναγνώριση. Τα δυο τελευταία πεδία φαίνεται ότι δεν ήταν αρκετά διακριτά στις ενότητες «Με τον ήλιο οδηγώ» και «Σπίτι μου, σπιτάκι μου», στοιχείο που χρειάζεται διερεύνηση και βελτίωση από την ομάδα έργου του DI-STEM.

Πίνακας 5. Εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν την κάθε ενότητα και διέκριναν σε αυτήν τα γνωστικά πεδία του STEM

Θεματικές ενότητες	Αριθ. εκπ. ανά ενότητα	Φυσικές Επιστήμες	Τεχνολογία	Μηχανική	Μαθηματικά
Βρέξει-χιονίσει	39	79%	82%	77%	85%
Με τον ήλιο οδηγώ	17	82%	76%	65%	41%
Σπίτι μου, σπιτάκι μου	8	75%	87%	63%	50%
Τι αναπνέουμε	22	95%	95%	100%	91%
Χρειάζομαι πότισμα	31	84%	90%	84%	87%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σεμινάριο για τη διάχυση και την εφαρμογή δραστηριοτήτων STEM στο σχολείο κρίθηκε επιτυχημένο με βάση συγκεκριμένα κριτήρια από την πλειονότητα των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν σε αυτό. Όσον αφορά

στην αναγνώριση στοιχείων του μοντέλου των τριών διαστάσεων, φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί έγιναν ικανοί να αναγνωρίζουν τις Πρακτικές της Επιστήμης και της Μηχανικής, τις Κεντρικές Ιδέες/Έννοιες και τις Εγκάρσιες Έννοιες. Οι περιπτώσεις με καταγραφές χαμηλότερων ποσοστών αναγνώρισης μαρτυρά ότι υπάρχουν ακόμα περιθώρια βελτίωσης τόσο στις ίδιες τις θεματικές ενότητες όσο και στις παρουσιάσεις των εκπαιδευτών. Πάντως, οι εκπαιδευτικοί διέκριναν με σχετική ευκολία τα γνωστικά αντικείμενα του STEM στις ενότητες που υλοποίησαν, γεγονός που καταδεικνύει ότι επιτεύχθηκε ο στόχος για μια πρώτη διάχυση του STEM σε σχολεία χωρίς προηγούμενη εμπειρία σε αυτό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το ΕΛΙΔΕΚ στο πλαίσιο της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία: Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» (Έργο DI-STEM, ΚΕ 18163).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Autenrieth, R., Lewis, C., & Butler-Perry, K. (2017). Long-term impact of the enrichment experiences in engineering (E^3) summer teacher program. *Journal of STEM Education, 18*(1), 25–31.

Kelley, R. 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

Kelley, R. T., Knowles, J. G., Holland, D. J., & Han, J. (2020). Increasing high school teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice. *International Journal of STEM Education, 7:14.* https://doi.org/10.1186/s40594-020-00211-w

Mandrikas, A., Stefanidou, C., Kyriakou, K., & Skordoulis, C. (2023). Scientific Practices in the context of STEM Education: A case study in primary education. *Journal of STEM education, Innovations and Research, 24*(3), 35-44, https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2663

National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K12 science education: practices, cross cutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies Press.

Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365–380). Dordrecht: Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-9181-6_13

National Research Council [NRC] (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States.* Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290

Roehring, H. G., Dare, A. E., Ellis, A. J., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 3:11.* https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y

Shernoff, J. D., Sinha, S., Bressler, D., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, *4*(1), 1-16 https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-017-0068-1

Stefanidou, C., Mandrikas, A., Kyriakou, K., Stavrou, I., Boikos, I., & Skordoulis, C. (2024). Primary Students' Views towards STEM Education in Greece. *Science Education International, 35*(2), 85-91. https://doi.org/10.33828/sei.v35.i2.2