

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

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14^ο

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου



12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepht.gr



Η Επίδραση της Συνεργασίας στον Σχεδιασμό STEM Διδασκαλιών

Δημήτρης Σταύρου, Αργύρης Νιπιράκης, Lucy Αβρααμίδου

doi: [10.12681/codiste.9889](https://doi.org/10.12681/codiste.9889)

Η Επίδραση της Συνεργασίας στον Σχεδιασμό STEM Διδασκαλιών

Δημήτρης Σταύρου¹, Αργύρης Νιπυράκης² και Lucy Αβρααμίδου³

¹Καθηγητής, ²Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ³Καθηγήτρια

^{1,2}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

³Centre for Learning and Teaching, Πανεπιστήμιο του Groningen

¹*dstavrou@uoc.gr*, ²*agnipyraakis@uoc.gr*, ³*l.avraamidou@rug.nl*

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελέτησε την επιρροή της συνεργασίας στον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών και στην αναγνώριση STEM διασυνδέσεων. 26 εκπαιδευτικοί, χωρισμένοι σε 4 Μαθησιακές Κοινότητες (ΜΚ), σχεδίασαν STEM διδακτικό υλικό σε τρεις φάσεις, ενώ παρουσίασαν και συζητήσαν στις ΜΚ για αυτές. Η ποιοτική ανάλυση περιεχομένου των συζητήσεων στις ΜΚ και των σχεδίων STEM διδασκαλίας ανέδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί αλληλεπέδρασαν ποικιλοτρόπως για τον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών, διαμοιραζόμενοι πηγές και αφομοιώνοντας δραστηριότητες και στρατηγικές από συναδέλφους. Ακόμα, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν περισσότερες διασυνδέσεις και διασυννοριακά αντικείμενα στις STEM διδασκαλίες τους, και με πιο ρητό τρόπο. Τα πορίσματα συνηγορούν για τον εποικοδομητικό ρόλο της συνεργασίας στον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, εκπαίδευση STEM, μαθησιακές κοινότητες, συνεργασία, STEM διασύνδεση

The Effect of Collaboration in Designing STEM Teaching

Dimitris Stavrou¹, Argyris Nipyraakis², and Lucy Avraamidou³

¹Professor, ²Postdoctoral Researcher, ³Professor

^{1,2}Pedagogical Department of Primary Education, University of Crete

³Centre for Learning and Teaching, University of Groningen

¹*dstavrou@uoc.gr*, ²*agnipyraakis@uoc.gr*, ³*l.avraamidou@rug.nl*

Abstract

The present study has examined the effect of collaboration in designing STEM teaching and identifying STEM integration. 26 teachers, split into 4 Learning Communities (LC), designed STEM teaching material in three phases, while they presented and reflected on it during the LC sessions. Qualitative content analysis of the LC discussions and the STEM lesson plans revealed that teachers interacted in various ways during the design of STEM teaching, by sharing resources and adopting activities and strategies from peers. Also, in most cases, teachers identified increasingly more interconnections and boundary objects in their STEM teaching, and in a more explicit way. Findings speak to the facilitating role of collaboration in designing STEM teaching.

Keywords: collaboration, learning communities, STEM education, STEM integration, teacher education

Εισαγωγή

Σύγχρονες ερευνητικές τάσεις και πολιτικές στην Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) τονίζουν την ανάγκη ενσωμάτωσης καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων, όπως αυτή της Εκπαίδευσης STEM (National Research Council [NRC], 2014). Η Εκπαίδευση STEM θέτει στο επίκεντρο τη διασύνδεση γνώσεων και δεξιοτήτων από τις ΦΕ, την Τεχνολογία, την Μηχανική,

και τα Μαθηματικά. Συνεπώς, απαιτούνται γνώσεις και δεξιότητες από πολλαπλά επιστημονικά πεδία, κάτι που, σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς, καθιστά την εφαρμογή STEM απαιτητική (Nirytrakis, Stavrou et al., 2024a). Το διακύβευμα βέβαια δεν είναι η επιδίωξη επιμόρφωσης εκπαιδευτικών που θα έχουν εξειδίκευση εξίσου σε όλα τα S-T-E-M πεδία, κάτι που κρίνεται δύσκολο, αλλά η καλλιέργεια επιστημονικής επάρκειας (Kähkönen et al., 2016), δηλαδή του στοιχειώδους επιπέδου κατανόησης και ικανότητας στα υπόλοιπα S-T-E-M πεδία που δεν εξειδικεύεται κάποιος/α.

Με τον όρο διασύνδεση ορίζεται η “εργασία στο πλαίσιο σύνθετων φαινομένων ή καταστάσεων σε εργασίες στις οποίες οι μαθητές απαιτούνται να συνδυάσουν γνώσεις και δεξιότητες από πολλούς διαφορετικά επιστημονικά πεδία” (NRC, 2014). Με τον όρο διασύνδεση/ενοποίηση (integration), βέβαια, δεν υponοείται η συνένωση δύο διακριτών επιστημονικών πεδίων, αλλά “μια σχέση ανάμεσα στα πεδία που μπορεί να κυμαίνεται από την απουσία αλληλεπίδρασης μέχρι την πλήρη ταύτιση” (Σκουμπουρδή & Σκουμιός, 2016). Διασυνδέσεις μεταξύ διαφόρων S-T-E-M πεδίων πραγματοποιούνται, για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιούνται ψηφιακοί αισθητήρες για συλλογή ατμοσφαιρικών δεδομένων, όταν χρησιμοποιείται ο δυαδικός κώδικας αρίθμησης για την κωδικοποίηση και αποθήκευση πληροφορίας σε bit, όταν μελετάται η φύση και η γεωμετρία υλικών για τον σχεδιασμό και υλοποίηση τεχνουργήματος/κατασκευής, κ.ά. (Νιτυράκης, 2023).

Η διασύνδεση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω διαφορετικού βαθμού διασύνδεσης. Μια γενική κατηγοριοποίηση διασύνδεσης είναι: α) μονοεπιστημονική (monodisciplinary), όπου τα πεδία διδάσκονται ανεξάρτητα, β) πολυεπιστημονική (multidisciplinary), όπου τα επιμέρους πεδία διδάσκονται σειριακά, συνεργατικά ή σε αντιπαράθεση, γ) διεπιστημονική (interdisciplinary), όπου τα πεδία διδάσκονται αλληλεπιδραστικά, έτσι ώστε να προκύψει μια γνωσιακή πρόοδος όπου δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί με μονοεπιστημονικό τρόπο (Crujeiras-Pérez & Jiménez-Alexandre, 2019) και δ) διεπιστημονική (transdisciplinary), όπου συνήθως τα πεδία δεν είναι διακριτά, καθώς ένα κοινό σύστημα αξιών ή σκοπών υπερβαίνει τον σκοπό ύπαρξης διακριτών επιστημονικών πεδίων (Klein, 2017 · Vaquez et al., 2013). Η διασύνδεση μεταξύ των πεδίων μπορεί επίσης να γίνει με ρητό ή υπόρρητο τρόπο από τους εκπαιδευτικούς (Nirytrakis, Stavrou et al., 2024b), ενώ στη βιβλιογραφία θεωρείται πιο αποδοτική η ρητή διασύνδεση (English, 2016 · Roehrig et al., 2021).

Επιπλέον, η παρούσα έρευνα έκανε χρήση της έννοιας του διασυννοριακού αντικείμενου (Akkerman & Bakker, 2011) στα πλαίσια του STEM για να συγκεκριμενοποιηθεί η συζήτηση για τις διασυνδέσεις. Τα διασυννοριακά αντικείμενα αφορούν θέματα που ενυπάρχουν σε δύο ή παραπάνω επιστημονικά πεδία, ενώ μπορεί να είναι α) έννοιες/φαινόμενα, β) μέθοδοι/τεχνικές, γ) τεχνουργήματα και δ) ερωτήσεις/αιτιολογήσεις (Nirytrakis, Pipitone, et al., 2024). Παραδείγματα τέτοιων σε STEM θέματα είναι η πολυπλοκότητα στην κλιματική αλλαγή, ο βιομημητισμός, η μοντελοποίηση και η γραφική παράσταση φαινομένου (Barelli et al., 2022).

Για την επίτευξη εκπαιδευτικών καινοτομιών, προτείνεται η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών, και μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών (Psillos & Kariotoglou, 2016). Ιδιαίτερος στην περίπτωση του STEM όπου κυριαρχεί η πολλαπλότητα διαφορετικών εξειδικεύσεων, η συνεργασία μπορεί να θεωρηθεί μείζονος σημασίας, κάτι που υπάρχει ανάγκη να υποστηριχθεί και εμπειρικά. Συγκεκριμένα, προκειμένου να υποστηριχθούν οι εκπαιδευτικοί στην ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού και στην καλλιέργεια STEM διασυνδέσεων και STEM ικανοτήτων, η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε τέσσερις Μαθησιακές Κοινότητες (ΜΚ) εκπαιδευτικών έχοντες/ουσες διαφορετικές S-T-E-M ειδিকেύσεις. Σε προηγούμενες φάσεις της παρούσας έρευνας έχουν αναλυθεί τα παραχθέντα σχέδια STEM διδασκαλίας (Nirytrakis, Stavrou et al., 2024b) και τεχνουργήματά τους (Νιτυράκης, 2023 · Nirytrakis, Stavrou et al., 2024c). Ακόμα, πορίσματα από την ανάλυση των αντιλήψεών τους έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν σημαντική τη συνεργασία, ενώ πολλοί εκπαιδευτικοί δήλωσαν τάση για συνεργασία με συναδέλφους τους με «συμπληρωματική»

ειδικότητα, όπως π.χ. μεταξύ ενός εκπαιδευτικού ΦΕ και ενός εκπαιδευτικού Μηχανικής (Niryraakis, Stavrou et al., 2024).

Από τα παραπάνω προκύπτει όμως, παράλληλα, η ανάγκη μελέτης του κατά πόσο επηρέασε η συνεργασία τον σχεδιασμό STEM διδακτικού υλικού κατά τη διάρκεια των φάσεων σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα μελετάει τις ρητές αλλαγές ή/και προσθήκες που έκαναν οι εκπαιδευτικοί στις επιμέρους φάσεις σχεδιασμού των σχεδίων STEM διδασκαλίας ως συνάρτηση των συζητήσεων και των αλληλεπιδράσεων που πραγματοποιήθηκαν στις συναντήσεις των ΜΚ. Κατ' επέκταση, μελετάται το κατά πόσο η συνεργασία στις συναντήσεις ΜΚ βοήθησε περαιτέρω τους εκπαιδευτικούς στο να αναγνωρίσουν ρητά STEM διασυνδέσεις στο διδακτικό τους υλικό, κάτι που θεωρείται κομβικής σημασίας ικανότητα στη διδασκαλία STEM (English, 2016).

Συνεπώς τα ερευνητικά ερωτήματα που διερευνώνται είναι:

- Σε τι βαθμό επηρέασε το συνεργατικό πλαίσιο ΜΚ τους εκπαιδευτικούς κατά την ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού, συγκεκριμένα των σχεδίων STEM διδασκαλίας τους;
- Σε τι βαθμό επηρέασε το συνεργατικό πλαίσιο ΜΚ τους εκπαιδευτικούς την αναγνώριση STEM διασυνδέσεων στα σχέδια STEM διδασκαλίας τους;

Μεθοδολογία

Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια εκπαιδευτικής δράσης που διοργάνωσε το πανεπιστήμιο σε συνεργασία με περιφερειακό κέντρο εκπαιδευτικού σχεδιασμού. Συμμετέχοντες ήταν 26 εκπαιδευτικοί Βθμιας Εκπαίδευσης που χωρίστηκαν σε τέσσερις ΜΚ έτσι ώστε κάθε ΜΚ να έχει τουλάχιστον έναν/μία εκπαιδευτικό από καθένα S-T-E-M πεδίο ώστε να ενισχυθούν οι διεπιστημονικές αλληλεπιδράσεις. Κάθε μία ΜΚ σχεδίασε μία STEM ενότητα και ένα STEM τεχνούργημα σχετικό με το αντικείμενο της ΝανοΕπιστήμης-ΝανοΤεχνολογίας, ενώ κατόπιν ζητήθηκε από κάθε εκπαιδευτικό να σχεδιάσει ένα σχέδιο STEM διδασκαλίας και να απαντήσει αντίστοιχα σε αναστοχαστικές ερωτήσεις για την αναγνώριση διασυνδέσεων και διασυννοριακών αντικειμένων (Akkerman & Bakker, 2011) στη διδασκαλία του/ης. Ακολούθησαν δύο συναντήσεις όπου οι εκπαιδευτικοί παρουσίασαν και συζήτησαν τα σχέδια διδασκαλίας τους και τις διασυνδέσεις που αναγνωρίζουν, ενώ δόθηκε η δυνατότητα να μετασχηματίσουν περαιτέρω τα σχέδια διδασκαλίας τους. Χάριν κωδικοποίησης των συμμετεχόντων, χρησιμοποιήθηκαν δύο γράμματα: ένα για την ΜΚ, και ένα για την ειδικότητα, πχ ο AS1 είναι εκπαιδευτικός ΦΕ της ΜΚ Α.

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει: α) τα ατομικά σχέδια STEM διδασκαλίας των εκπαιδευτικών στην τελική τους μορφή, καθώς και σε πρότερες (όποτε εφαρμόστηκε), β) αναφορές διεπιστημονικής ανάλυσης των σχεδίων STEM διδασκαλίας και γ) οι απομαγνητοφωνήσεις συζητήσεων των ΜΚ για τον σχεδιασμό STEM σχεδίων διδασκαλίας και τη διεπιστημονική τους ανάλυση. Τα δεδομένα αναλύθηκαν μέσω ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου, ενώ οι δύο πηγές (παραδοτέα και συζητήσεις) χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά για τριγωνοποίηση των ευρημάτων και διασφάλιση συμπίπτουσας πιστότητας (concurrent validity) (Cohen et al., 2009).

Αποτελέσματα

Σχεδιασμός STEM διδασκαλιών

ΜΚ Α) Στην ομάδα αυτή, ο ΑΤ1 πρόσθεσε τη συλλογή και online διαμοιρασμό των δεδομένων από τους αισθητήρες, μια ιδέα που αφομοίωσε κατόπιν και ο ΑΕ2. Ο ΑΕ1 ενσωμάτωσε τη χρήση tinkercad, κάτι που είχε παρουσιάσει προγενέστερα ο ΑΤ1. Ακόμα, ο ΑS1 πρότεινε την αύξηση του συνολικού χρόνου της STEM διδασκαλίας, κάτι που αφομοίωσε και ο ΑΕ1, ενώ ο ΑΕ2 ενσωμάτωσε επίσης την δραστηριότητα ανάθεσης δημιουργικής εργασίας στους μαθητές, με βάση αυτών που ειπώθηκαν στη συζήτηση. Παράλληλα, η ΑS2 υποστήριξε την εφαρμογή συνδιδασκαλίας, κάτι που δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί βελτίωση ως προς

διεπιστημονικές πρακτικές. Η ιδέα της συνδιδασκαλίας υποστηρίχθηκε κατόπιν και από τον AM1 και αρχικά από τον AS1, ο οποίος εν τέλει τάχθηκε υπέρ της ανάληψης διεπιστημονικής διδασκαλίας από τον ίδιο.

ΜΚ Β) Σημαντικό ζήτημα στην ΜΚ Β ήταν η προσαρμογή του δύσκολου θέματος ΦΕ στην ηλικία των μαθητών Γυμνασίου, με τον ΒΕ1 να προτείνει μια προσέγγιση παιχνιδοποίησης, κάτι που αφομοίωσε ο BS4 μέσω ενός παιχνιδιού για τις κλίμακες, η οποία περαιτέρω αφομοιώθηκε από την BS1 και τον ΒΕ1. Η BS3 διέγειρε συζήτηση σχετικά με τις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις της ενότητας, κάτι που αξιοποίησαν στη συνέχεια οι BS1 και BS4. Η BS3 υποστήριξε τη σημασία διδασκαλίας για τον χημικό δεσμό, κάτι που ακολουθήθηκε και από τον BS4. Ακόμα, ο ΒΕ1 ζήτησε τον διαμοιρασμό πηγών μεταξύ των μελών, σε κάτι που ανταποκρίθηκε ο BS1 (μέσω video και επεξηγήσεις).

ΜΚ Γ) Στην ΜΚ Γ, ο CE2 ακολούθησε το παράδειγμα της CS2 η οποία είχε εντάξει δραστηριότητα ρητής συζήτησης για τη διεπιστημονικότητα με τους μαθητές, κάτι που ακολούθησε και η CT1. Επίσης, ο CE2 πρόσθεσε δραστηριότητες δοκιμής του τεχνουργήματος, κάτι που είχε προταθεί από την CT1. Η CT1 είπε πως θα ήθελε να προσθέσει την πλακέτα επίδειξης αισθητήρων που είχε φτιάξει ο CE2, ενώ πρόσθεσε δραστηριότητες με brushless κινητήρα που είχε προτείνει ο CE2. Οι CT1 και CE2 ενσωμάτωσαν δραστηριότητες προγραμματισμού των αισθητήρων σε μετέπειτα εκδοχές των σχεδίων διδασκαλίας τους, κάτι που είχε συζητηθεί στην ομάδα και την CM1 ειδικότερα. Επίσης, ο CE2 αύξησε τις ώρες διδασκαλίας στο σχέδιό του, επηρεαζόμενος, όπως είπε, από συναδέλφους.

ΜΚ Δ) Η DM2 διαμοιράστηκε ιδέες και video από κβαντικά φαινόμενα, κάτι που αφομοίωσαν οι DS1, DS2. Ακόμα, η DS2 προσέθεσε μικρο-/νάνο-εφαρμογές που, όπως είπε, άκουσε από τους συναδέλφους στην ΜΚ. Η DM2 σχεδίασε μια κυκλική εναλλαγή ομάδων μαθητών σε διαφορετικά μέρη του τεχνουργήματος, κάτι που ενέταξε και ο DE1. Η DT2 πρόσθεσε το ενδεχόμενο μελέτης του προγραμματιστικού κώδικα για κινητά (AppInventor), μετά από προηγούμενη σχετική συζήτηση των DM2 και DE1. Τέλος, η DT1 πρόσθεσε δραστηριότητες για μνήμες και φύλλο αξιολόγησης που είχαν παρουσιαστεί προηγουμένως από τον DS1.

Διεπιστημονική ανάλυση

Αναφορικά με τις διασυνδέσεις μεταξύ των επιστημονικών πεδίων που αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί, συνολικά, μπορούμε να πούμε με βάση τον Πίνακα 1 ότι οι συζητήσεις στις ΜΚ φαίνεται να βοήθησαν την αναγνώριση ρητών διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων. Συγκεκριμένα, 4 εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν επιπλέον διασυνδέσεις που δεν είχαν διατυπώσει σε προηγούμενες φάσεις, ενώ 13 εκπαιδευτικοί κατέληξαν σε πιο ενημερωμένες διασυνδέσεις, είτε μέσω εννοιολόγησης διασυνδέσεων ($n=10$), είτε μέσω ρητής αναγνώρισης των αλληλεπιδρώντων πεδίων σε αυτές ($n=3$). Σε 3 περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί δεν προήγαγαν περαιτέρω την αναγνώριση STEM διασυνδέσεων, ενώ σε 3 περιπτώσεις επέστρεψαν σε περισσότερο ασαφείς περιγραφές διασυνδέσεων.

Πίνακας 1. Μεταβολές σε διεπιστημονικά στοιχεία που αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί

ID	Διεπιστημονικά στοιχεία			αναθεωρημένο σχέδιο διδ. /ή μετά τη συζήτηση
	αρχικά σχέδια διδ.	αλλαγές (1 ^η συζήτηση)	αλλαγές (2 ^η συζήτηση)	
AS1	ασαφές	+7	(τροποποιήσεις)	
AS2	ασαφές	+1	ασαφές	1 (+έμμεσα)
AT1	ασαφές	+2	+1	
AE1	εκτός θέματος /ασαφές	+1	ασαφές	ασαφές
AE2	έμμεσα	+4	+1	
AM1	1	+3	+3	7
BS1		έμμεσα	(τροποποιήσεις)	5
BS2				
BS3	απουσία	+3	έμμεσα, (+τροποποιήσεις)	
BS4	απουσία	0	+2	
BT1				
BE1		έμμεσα		ασαφές
BM1	1	0	+1	
CS1	ασαφές	+3	+1	
CS2	4	+2	0	
CT1	έμμεσα	+4	+1	4
CE1	έμμεσα	+3	+1	
CE2	2	+3	+1	3
CM1	έμμεσα	+4	0	9
DS1	4	(τροποποιήσεις)	0	
DS2		+2	+3	4
DT1	(εκτός θέματος) 1	+1	+2	
DT2	ασαφές	+4	0	5
DE1		+2	+1	2
DM1				έμμεσα
DM2	Έμμεσα	+2	+1	

Σημείωση: Επεξήγηση κωδικοποίησης:

Έμμεσα: αναφέρεται διασύνδεση, χωρίς όμως ρητή αναφορά σε σχετιζόμενα πεδία ή γίνεται ρητή αναφορά μόνο σε ένα πεδίο.

Ασαφές: Γενικές διατυπώσεις των πεδίων χωρίς να αναφέρονται συγκεκριμένες διεπιστημονικές έννοιες/φαινόμενα/εφαρμογές ως διασυνδέσεις.

Απουσία: Κενό/δεν αναγράφεται διασύνδεση.

Τα κελιά με γκρι δηλώνουν ότι δεν δόθηκε αναθεωρημένο σχέδιο διδασκαλίας.

Τα κελιά με πορτοκαλί δηλώνουν απουσία του μέλους από τη/τις συνάντηση/εις.

Παρόμοιες αλλαγές παρατηρήθηκαν και στα προσχέδια (ν=8) και σχέδια διδασκαλίας που παρέδωσαν εκπαιδευτικοί, όπου σε 2 κατεγράφησαν επιπλέον διασυνδέσεις, σε 4 πιο ενημερωμένες διασυνδέσεις και σε 2 καθόλου αλλαγή ή λιγότερες διασυνδέσεις. Αντίστοιχες μεταβολές παρατηρήθηκαν και στις συζητήσεις και τα σχέδια διδασκαλίας αναφορικά με την αναγνώριση διασυννοριακών αντικειμένων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2. Ειδικότερα, 12 εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν και περιέγραψαν διασυννοριακά αντικείμενα σε σύγκριση με πρότερες ασαφείς περιγραφές, ενώ 7 εκπαιδευτικοί πρόσθεσαν επιπλέον διασυννοριακά

αντικείμενα σε σχέση με αυτά που είχαν ήδη αναγνωρίσει. 3 εκπαιδευτικοί δεν εμφάνισαν μεταβολή, ενώ 2 εκπαιδευτικοί εξέφρασαν πιο ασαφείς περιγραφές σε σύγκριση με αρχικές ή ενδιαμέσες περιγραφές διασυννοριακών αντικειμένων.

Πίνακας 2. Μεταβολές σε διασυννοριακά αντικείμενα που αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί

ID	Διασυννοριακά αντικείμενα			αναθεωρημένο σχέδιο διδ. /ή μετά τη συζήτηση
	αρχικά σχέδια διδ.	αλλαγές (1 ^η συζήτηση)	αλλαγές (2 ^η συζήτηση)	
AS1	ασαφές	+7	+2	
AS2	ασαφές	+3	ασαφές	ασαφές
AT1	ασαφές	+1	+3	
AE1	εκτός θέματος/1	+1	+3	απουσία
AE2	απουσία	+1	+2	
AM1	1	+3	+2	5
BS1		-	+1	ασαφές
BS2				
BS3	απουσία	-	+2	
BS4	2	-	ασαφές	
BT1				
BE1		-		απουσία
BM1	1	-	0	
CS1	ασαφές	+2	+4	
CS2	7	0	+2	
CT1	1	+2	0	3
CE1	1	0	+3	
CE2	απουσία	+1	+2	2
CM1	3	0	+1	5
DS1	ασαφές	0	+3	
DS2		ασαφές	+2	1
DT1	εκτός θέματος /απουσία	0	+1	
DT2	ασαφές	0	+2	ασαφές
DE1		0	+2	απουσία
DM1				απουσία
DM2	1	0	+2	

Σημείωση: Επεξήγηση κωδικοποίησης:

Έμμεσα: αναφέρεται διασύνδεση, χωρίς όμως ρητή αναφορά σε σχετιζόμενα πεδία ή γίνεται ρητή αναφορά μόνο σε ένα πεδίο.

Ασαφές: Γενικές διατυπώσεις των πεδίων χωρίς να αναφέρονται συγκεκριμένες διεπιστημονικές έννοιες/φαινόμενα/εφαρμογές ως διασυνδέσεις.

Απουσία: Κενό/δεν αναγράφεται διασυννοριακό αντικείμενο.

Τα κελιά με γκρι δηλώνουν ότι δεν δόθηκε αναθεωρημένο σχέδιο διδασκαλίας.

Τα κελιά με πορτοκαλί δηλώνουν απουσία του μέλους από τη συνάντηση/εις.

Συνεπώς, παρατηρείται μια συνολική αύξηση στην αναγνώριση διασυνδέσεων και διασυννοριακών αντικειμένων μεταξύ S-T-E-M πεδίων που αναγνώρισαν οι εκπαιδευτικοί, όπως προέκυψε μέσα από τις συζητήσεις στις ΜΚ για τα σχέδια διδασκαλίας τους και τη διεπιστημονική τους ανάλυση.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τον εποικοδομητικό ρόλο της συνεργασίας στον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών. Οι συζητήσεις στις ΜΚ βοήθησαν ποικιλοτρόπως τους εκπαιδευτικούς τόσο στην αφομοίωση δραστηριοτήτων από συναδέλφους, στον διαμοιρασμό πηγών και στρατηγικών, όσο και στη ρητή αναγνώριση STEM διασυνδέσεων και διασυννοριακών αντικειμένων. Οι εκπαιδευτικοί γενικότερα έκαναν χρήση του ανοιχτού διαλογικού περιβάλλοντος που παρείχε η ΜΚ για να ανταλλάξουν ιδέες και διδακτικές μεθόδους και να καλλιεργήσουν πιο ενήμερες STEM ικανότητες.

Τα αποτελέσματα της έρευνας συνηγορούν υπέρ του διευκολυντικού ρόλου της συνεργασίας μέσω των ΜΚ και επιβεβαιώνουν παρόμοια θετικά αποτελέσματα για την επίδραση της συνεργασίας για την ενσωμάτωση STEM πεδίων, όπως αυτό της Τεχνολογίας στη διδασκαλία ΦΕ (Nipyrakis, Stavrou et al., 2024d). Πορίσματα της έρευνας παράγουν κατευθυντήριες γραμμές ως προς τη σύνθεση και λειτουργία συνεργατικών πλαισίων μεταξύ εκπαιδευτικών από διαφορετικά S-T-E-M πεδία σε προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών προκειμένου να καλλιεργηθεί η ικανότητά τους για διεπιστημονική διδασκαλία.

Βιβλιογραφία

- Νιπυράκης, Α. (2023). *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στη Διδασκαλία STEM*. [Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης]. Πανεπιστήμιο Κρήτης. [10.12681/eadd/55756](https://doi.org/10.12681/eadd/55756)
- Σκουμπορδή, Χ. & Σκουμιός, Μ. (2016, Οκτώβρης 14-16). *Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις*; Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, Ρόδος.
- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2), 132-169. <https://doi.org/10.3102/0034654311404435>
- Barelli, E., Barquero, B., Romero, O., Aguada, M.R., Giménez, J., Pipitone, C., Sala-Sebastià, G., Nipyrakis, A., Kokolaki, A., Metaxas, I., Michailidi, E., Stavrou, D., Bartzia, E., Lodi, M., Sbaraglia, M., Modeste, S., Martini, S., Durand-Guerrier, V., Satanassi, S., Fantini, P., Bagaglini, V., Kapon, S., Branchetti, L., & Levrini, O. (2022). Disciplinary identities in interdisciplinary topics: challenges and opportunities for teacher education [Symposium]. *Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) Conference*, 934-943.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2009). *Research methods in education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203224342>
- Crujeiras-P., B. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2019). Interdisciplinarity and argumentation in chemistry education. Στο S. Erduran (Επιμ.), *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice*, σσ. 32-61. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788012645-00032>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. Στο K. Winkelmann & B. Bhushan (Επιμ.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* σσ. 35-81. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2
- Klein, J. T. (2017). Typologies of interdisciplinarity. *The Oxford handbook of interdisciplinarity*, 2, 21-34. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.3>
- National Research Council (NRC) (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Nipyrakis, A., Pipitone, C., Satanassi, S., Branchetti, L., Barquero, B., Stavrou, D. & Levrini, O. (2024). Balancing Disciplinary and Interdisciplinary Competences: Design of Modules for Pre-service Teacher Education [Symposium]. *Proceedings Book III of the European Science Education Research Association (ESERA) 2023 Conference*, 67-79.

- Nipyraakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024a). In-Service Teachers' Views about STEM Integration: A Case Study. *Research in Integrated STEM Education*, 2(2), 85-119. <https://doi.org/10.1163/27726673-bja00021>
- Nipyraakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024b). Examining S-T-E-M Teachers' Design of Integrated STEM Lesson Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(5). <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10474-2>
- Nipyraakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024c). In-Service Teachers' Collaborative STEM Design Practices. *Proceedings Book III of the European Science Education Research Association (ESERA) 2023 Conference*, 80-85.
- Nipyraakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024d). Designing technology-enhanced science experiments in elementary teacher preparation: the role of learning communities. *Research in Science & Technological Education*, 42(4), 889-911. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2202386>
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences. Στο D. Psillos, & P. Kariotoglou (Επιμ.), *Iterative design of teaching-learning sequences*, σσ. 11-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*, σσ. 58-76. Heinemann.