

13th Panhellenic Conference on Didactics in Science and new Technology in Education

Vol 14, No 1 (2025)

14th Panhellenic Conference of Didactics in Science Education

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΟΨΕΩΝ

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 Άνας Σπύρου



12-14 Απριλίου 2025

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ

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

synedrio2025.enephet.gr



The Effect of Collaboration in Designing STEM Teaching

Dimitris Stavrou, Argyris Nipyraakis, Lucy Avraamidou

doi: [10.12681/codiste.7763](https://doi.org/10.12681/codiste.7763)

Η Επίδραση της Συνεργασίας στον Σχεδιασμό STEM Διδασκαλιών

Δημήτρης Σταύρου¹, Αργύρης Νιπυράκης², και Lucy Αβρααμίδου³

¹Καθηγητής, ²Μεταδιδακτορικός Ερευνητής,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

³Καθηγήτρια, Centre for Learning and Teaching, Πανεπιστήμιο του Groningen

¹*dstavrou@uoc.gr*, ²*agnipyракis@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 συζήτησαν 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 διασυννορικά 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 Nipyarakis², and Lucy Avraamidou³

¹Professor, ²Postdoctoral Researcher,

Pedagogical Department of Primary Education, University of Crete

³Professor, Centre for Learning and Teaching, University of Groningen

¹*dstavrou@uoc.gr*, ²*agnipyarakis@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 (Nirygakis 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). Επιπλέον, η παρούσα έρευνα έκανε χρήση της έννοιας του διασυννοριακού αντικειμένου (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 (Nirygakis, 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). Ιδιαίτερως 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 ειδικεύσεις. Σε προηγούμενες φάσεις της παρούσας έρευνας έχουν αναλυθεί τα παραχθέντα σχέδια STEM διδασκαλίας (Nirygakis et al., 2024b) και τεχνουργήματά τους (Νιτυράκης, 2023). 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 (Nirygakis et al., 2024a).

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 Β/θμιας 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 στο 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 συζητήσαν 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 ΚΜ Α.

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει: α) τα ατομικά σχέδια STEM διδασκαλίας των εκπαιδευτικών στην τελική τους μορφή 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 συμπιπτούσας πιστότητας (Cohen κ.ά., 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 που είχε παρουσιάσει προγενέστερα ο ΑΤ1. Ακόμα, ο ΑS1 πρότεινε την αύξηση του συνολικού χρόνου της STEM διδασκαλίας, κάτι που αφομοίωσε και ο ΑΕ1.

ΜΚ Β) Σημαντικό ζήτημα στην ΚΜ Β ήταν η προσαρμογή του δύσκολου θέματος ΦΕ στην ηλικία Γυμνασίου, με τον ΒΕ1 να προτείνει μια προσέγγιση παιχνιδοποίησης, κάτι που αφομοίωσε ο ΒS4 μέσω ενός παιχνιδιού για τις κλίμακες, η οποία περαιτέρω αφομοιώθηκε από την ΒS1 και τον ΒΕ1. Η ΒS3 διέγειρε συζήτηση σχετικά με τις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις της ενότητας, κάτι που αξιοποίησαν στη συνέχεια οι ΒS1 και ΒS4. Η ΒS3 υποστήριξε τη σημασία διδασκαλίας για τον χημικό δεσμό, κάτι που ακολουθήθηκε και από τον ΒS4. Ακόμα, ο ΒΕ1 ζήτησε τον διαμοιρασμό πηγών μεταξύ των μελών, σε κάτι που ανταποκρίθηκε ο ΒS1 (video, επεξηγήσεις).

ΜΚ Γ) Στην ΜΚ Γ, ο CE2 ακολούθησε το παράδειγμα της CS2 η οποία είχε εντάξει δραστηριότητα ρητής συζήτησης για τη διεπιστημονικότητα. 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. 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. Η DM2 σχεδίασε μια κυκλική εναλλαγή ομάδων μαθητών σε διαφορετικά μέρη του τεχνουργήματος, κάτι που ενέταξε και ο DE1. Ακόμα, η DS2 προσέθεσε μικρο-/νάνο-εφαρμογές που, όπως είπε, άκουσε από τους συναδέλφους στην ΜΚ. Τέλος, η DT1 πρόσθεσε δραστηριότητες για μνήμες και φύλλο αξιολόγησης που είχαν παρουσιαστεί από τον DS1.

Διεπιστημονική ανάλυση

Συνολικά, 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 ($v=10$), είτε μέσω ρητής αναγνώρισης των αλληλεπιδρώντων πεδίων σε αυτές ($v=3$). Σε 3 περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί δεν προήγαγαν περαιτέρω την αναγνώριση STEM διασυνδέσεων, ενώ σε 3 περιπτώσεις επέστρεψαν σε περισσότερο ασαφείς περιγραφές διασυνδέσεων. Παρόμοιες αλλαγές

παρατηρήθηκαν και στα προσχέδια ($n=8$) 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.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τον εποικοδομητικό ρόλο της συνεργασίας στον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών. Οι συζητήσεις στις ΜΚ βοήθησαν ποικιλοτρόπως τόσο στην αφομοίωση δραστηριοτήτων, διαμοιρασμό πηγών και στρατηγικών, όσο και στη ρητή αναγνώριση STEM διασυνδέσεων. Οι εκπαιδευτικοί έκαναν χρήση του ανοιχτού διαλογικού περιβάλλοντος που παρείχε η ΜΚ για να ανταλλάξουν ιδέες και να καλλιεργήσουν πιο ενήμερες STEM ικανότητες. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνηγορούν υπέρ του διευκολυντικού ρόλου των ΜΚ και επιβεβαιώνουν παρόμοια θετικά αποτελέσματα για την επίδραση της συνεργασίας για την ενσωμάτωση STEM πεδίων, όπως αυτό της Τεχνολογίας στη διδασκαλία ΦΕ (Nipyarakis et al., 2024c).

Βιβλιογραφία

- Νιτυράκης, Α. (2023). *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στη Διδασκαλία STEM*. [Αδημοσίευτη Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης]. Πανεπιστήμιο Κρήτης. [10.12681/eadd/55756](https://doi.org/10.12681/eadd/55756)
- 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., Nipyarakis, 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., Bagagli, 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>
- 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* (σ. 35-81). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Nipyarakis, 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.
- Nipyarakis, 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>
- Nipyarakis, 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>
- Nipyarakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024c). 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* (σ. 11-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2