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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

## Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων για τη Διαπραγμάτευση Ζητημάτων της Επιστήμης Υλικών σε Περιβάλλοντα Άτυπης Μάθησης

*Μαρία Γαβαλά, Ελένη Μποτζάκη, Αργύρης Νιπυράκης, Δημήτρης Παπάζογλου, Δημήτρης Σταύρου*

doi: 10.12681/codiste.7758

# Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων για τη Διαπραγμάτευση Ζητημάτων της Επιστήμης Υλικών σε Περιβάλλοντα Άτυπης Μάθησης

**Μαρία Γαβαλά[1], Ελένη Μποτζάκη[2], Αργύρης Νιπυράκης[3], Δημήτρης Παπάζογλου[4] και Δημήτρης Σταύρου[5]**

[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, [2]Υποψήφια Διδακτόρισσα, [3]Μεταδιδακτορικός Φοιτητής,
[4]Αναπληρωτής Καθηγητής, [5]Καθηγητής,
[4]Τμήμα Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
[1,2,3,5]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Κέντρο Ερευνών και Μελετών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
*[1]ptdep379@edc.uoc.gr*

**Περίληψη**

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας σειράς δραστηριοτήτων που αφορούν τη διαπραγμάτευση ζητημάτων από τον τομέα της επιστήμης υλικών, με στόχο την εφαρμογή τους σε περιβάλλοντα άτυπης μάθησης. Η έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο του προγράμματος MaSCot, που στοχεύει στην ανάπτυξη προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών και επιστημόνων στη δημιουργία ουσιαστικών επιστημονικών μαθησιακών εμπειριών σε περιβάλλοντα εκτός σχολείου. Στη παρούσα έρευνα θα παρουσιαστεί ο διδακτικός μετασχηματισμός και οι θεμελιώδεις έννοιες των εφαρμογών από το πεδίο της επιστήμης υλικών, καθώς και οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται για την επικοινωνία των εξελίξεων του τομέα της επιστήμης υλικών σε μαθητές/τριες σε χώρους άτυπης μάθησης.

***Λέξεις κλειδιά:*** άτυπες μορφές μάθησης, επικοινωνία επιστήμης, επιστήμη υλικών

# Design of Educational Activities on Addressing Topics in Materials Science in Informal Learning Environments

**Maria Gavala[1], Eleni Botzaki[2], Argyris Nipyrakis[3], Dimitris Papazoglou[4] and Dimitris Stavrou[5]**

[1]Master Student, [2]PhD Student, [3]Post-Doctoral Researcher, [5]Professor,
[4]Associate Professor, Department of Materials Science and Engineering, University of Crete
[1,2,3,5]Department of Primary Education, Center for Research and Studies University of Crete
*[1]ptdep379@edc.uoc.gr*

**Abstract**

This study focuses on the development of a series of activities addressing issues from the field of materials science, aiming for their implementation in out-of-school learning environments. The research is conducted in the context of the MaSCot project, which aims to develop training programs for teachers and scientists to create meaningful scientific learning experiences in out-of-school settings. This study will present the educational reconstruction and the fundamental concepts of innovations in the field of materials science, as well as the activities designed to communicate advancements in materials science to students in out-of-school learning environments.

***Keywords***: informal education, material science, science communication

*Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7758*

## Εισαγωγή

Οι ραγδαίες εξελίξεις στην επιστήμη υλικών και οι εφαρμογές τους αναμένεται να επηρεάσουν τις ζωές των επόμενων γενεών, μετασχηματίζοντας την κοινωνία και εγείροντας προβλήματα ηθικής και βιωσιμότητας, τα οποία συχνά διχάζουν την κοινή γνώμη, όπως συμβαίνει με θέματα έρευνας αιχμής. Αυτά τα ζητήματα δεν μπορούν να επιλυθούν μονομερώς από μία μόνο ομάδα ανθρώπων. Αντιθέτως, χρειάζεται να συνεργαστούν επιστήμονες, πολιτικοί, δημοσιογράφοι, πολίτες κλπ. (Ehrler, 2022). Κατά συνέπεια, η καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού στους πολίτες είναι καίριας σημασίας, ώστε να είναι ικανοί να παρακολουθούν τις εξελίξεις αυτές και να λαμβάνουν ενήμερες αποφάσεις. Η τυπική εκπαίδευση στα σχολεία θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση επιστημονικά εγγράμματων πολιτών. Ωστόσο, η προσέγγιση των επιστημονικών εξελίξεων από την τυπική εκπαίδευση συνήθως καθυστερεί, καθώς απαιτείται αρκετός χρόνος μέχρι να ενταχθεί η νέα γνώση στα σχολικά προγράμματα σπουδών (Besley & Tanner, 2011). Σε αυτό το πλαίσιο, η βιβλιογραφία τονίζει τη σημασία των χώρων άτυπης μάθησης, όπως τα ερευνητικά κέντρα και τα επιστημονικά εργαστήρια, που μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά ως προς την τυπική εκπαίδευση. Αυτοί οι χώροι αποτελούν αυθεντικά περιβάλλοντα, επιτρέποντας στους μαθητές/τριες να έρχονται σε άμεση επαφή με τη νέα γνώση, γεφυρώνοντας έτσι το κενό που δημιουργείται στην τυπική εκπαίδευση (Berg et al., 2021). Οι στρατηγικές επικοινωνίας για θέματα έρευνας αιχμής σε χώρους άτυπης μάθησης εστιάζουν στην ενεργό συμμετοχή των επισκεπτών, αξιοποιώντας σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις, όπως η διερευνητική μάθηση και η διεπιστημονική STEM προσέγγιση (Schwan et al., 2014). Ταυτόχρονα, η αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών με επιστήμονες σε αυτούς τους χώρους συμβάλλει στη διαμόρφωση μιας ρεαλιστικής εικόνας για τις επιστημονικές δραστηριότητες, ενώ παράλληλα τους φέρνει σε επαφή με επιστημονικές πρακτικές, ενισχύοντας το ενδιαφέρον τους για αντίστοιχες επαγγελματικές σταδιοδρομίες (Woods-Townsend et al., 2015).

Για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικών επισκέψεων σε χώρους άτυπης μάθησης απαιτείται η συνεργασία μεταξύ ειδικών του επιστημονικού περιεχομένου, του διδακτικού μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης και της επικοινωνίας της επιστήμης. Η διεπιστημονική συνεργασία διασφαλίζει τη δημιουργία εμπειριών μάθησης που προωθούν την κατανόηση και την ενεργό εμπλοκή των μαθητών/τριών σε χώρους άτυπης μάθησης (Achiam, 2013). Ακόμη, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, προτείνεται η συνεργασία των εκπαιδευτικών με το προσωπικό των κέντρων επιστημών, η κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών/τριών από τους/τις εκπαιδευτικούς, καθώς και η ανάπτυξη δραστηριοτήτων που να συνδέουν τη θεματολογία της επίσκεψης με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (Souza et al., 2022).

Βάσει των παραπάνω, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη και η αποτίμηση μιας σειράς STEM δραστηριοτήτων για χώρους άτυπης μάθησης που να εστιάζει στην επικοινωνία των σύγχρονων εξελίξεων από το πεδίο της επιστήμης υλικών στους/στις μαθητές/τριες. Συνεπώς, το ερευνητικό ερώτημα που διατρέχει την παρούσα εργασία είναι τα εξής, «*Πώς μπορεί η σύγχρονη επιστημονική γνώση να μετασχηματιστεί διδακτικά και να επικοινωνηθεί σε μαθητές/τριες σε πλαίσιο άτυπης μορφής μάθησης;*».

## Μεθοδολογία

### Περιγραφή εμπειρικής έρευνας

Η παρούσα εργασία πραγματοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος MaSCot, στο οποίο συμμετέχουν δύο ερευνητικές ομάδες του Πανεπιστημίου Κρήτης, το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών (ΕΔΘΕ) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης και η ομάδα του Τμήματος Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών (ΤΕΜΥ). Σκοπός του προγράμματος είναι η συνεργασία ερευνητών της διδακτικής των φυσικών επιστημών, ερευνητών του πεδίου της επιστήμης υλικών, καθώς και εν ενεργεία εκπαιδευτικών, με στόχο την ανάπτυξη μαθησιακών εμπειριών σε περιβάλλοντα άτυπης μάθησης για την επικοινωνία θεμάτων σύγχρονης επιστημονικής έρευνας στους μαθητές και το ευρύ κοινό.

Η πορεία διεξαγωγής της έρευνας διακρίνεται σε τρεις φάσεις. Στην *πρώτη φάση*, αναλύθηκαν οι τρέχουσες εκπαιδευτικές επισκέψεις που φιλοξενούνται στις υποδομές της κάθε ερευνητικής ομάδας. Από την παρατήρηση των επισκέψεων του ΤΕΜΥ, που πραγματοποιούνται στα εργαστήρια του, διαπιστώθηκε ότι, ενώ οι μαθητές/τριες εκτίθενται σε αυθεντικά ερευνητικά περιβάλλοντα, δεν αξιοποιείται πλήρως η ευκαιρία να εμπλακούν με τις σύγχρονες επιστημονικές εξελίξεις. Ακόμη, από την παρατήρηση στο κέντρο επιστήμης και τεχνολογίας Science in the City (SiC), μία υποδομή του ΕΔΘΕ, παρατηρείται ότι ενώ γίνονται προσπάθειες για ενεργό εμπλοκή των μαθητών/τριών με θέματα έρευνας αιχμής (π.χ. νανοτεχνολογία, Κλιματική Αλλαγή), είναι περιορισμένη η αλληλεπίδραση με πραγματικό ερευνητικό εξοπλισμό και ερευνητές/επιστήμονες. Στη *δεύτερη φάση,* που βρίσκεται σε εξέλιξη αυτή την περίοδο, βάσει της παραπάνω ανάλυσης (1η φάση), μια κοινότητα μάθησης αποτελούμενη από α. ειδικούς στην επιστήμη υλικών, στη διδακτική των φυσικών επιστημών και στην επικοινωνία της επιστήμης και β. εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, θα αναπτύξει δύο συμπληρωματικές σειρές STEM δραστηριοτήτων βασισμένων στη διερεύνηση. Αξιοποιώντας τις αρχές του διδακτικού μετασχηματισμού του Μοντέλου Διδακτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012), αρχικά καθορίστηκαν οι θεμελιώδεις ιδέες του αντικειμένου της επιστήμης υλικών που είναι σημαντικές από εκπαιδευτικής σκοπιάς, για να αποτελέσουν το επίκεντρο των μαθησιακών περιβαλλόντων που θα αναπτυχθούν. Στη συνέχεια οι ιδέες θα αναδομηθούν ώστε να είναι κατάλληλες προς διδασκαλία αξιοποιώντας σύγχρονες προσεγγίσεις για την επικοινωνία της επιστήμης όπως η διερεύνηση των σχετιζόμενων κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων και η άμεση αλληλεπίδραση των μαθητών με τους ίδιους τους επιστήμονες. Τέλος, στην *τρίτη φάση* της έρευνας, το διδακτικό υλικό που θα αναπτυχθεί θα εφαρμοστεί σε οργανωμένες επισκέψεις σχολείων, οι οποίες θα πραγματοποιηθούν από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες εν ενεργεία εκπαιδευτικούς στις υποδομές των ερευνητικών ομάδων.

**Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Η συλλογή δεδομένων θα πραγματοποιηθεί με α. χρήση πρωτοκόλλου παρατήρησης, κατά την διεξαγωγή των εκπαιδευτικών επισκέψεων και β. ημι-δομημένες συνεντεύξεις με τους/τις εν ενεργεία εκπαιδευτικούς που θα διεξαχθούν μετά τις επισκέψεις. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας, θα αξιοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου.

## Αποτελέσματα

Την τρέχουσα περίοδο βρίσκεται σε εξέλιξη ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη δραστηριοτήτων σχετικά με την επιστήμη υλικών με εστίαση στα βιοϋλικά και στα πολυμερή υλικά. Για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων, εντοπίστηκαν οι θεμελιώδεις έννοιες του επιστημονικού περιεχομένου. Τα βιοϋλικά εξετάζονται ως προς τη βιοσυμβατότητα, τη βιοδιάσπαση, αλλά και ως προς τις μηχανικές ιδιότητές τους. Ακόμη, εξετάζεται η χρήση τους σε ιατρικές εφαρμογές. Αναφορικά με τα πολυμερή υλικά, εξετάζονται ως προς τη σύνθεσή τους, δηλαδή αντιδράσεις πολυμερισμού, τις μηχανικές/χημικές τους ιδιότητες, καθώς και τη διάσπαση/ αποσύνθεση αυτών. Επιπλέον, τονίζεται η σύνδεση των πολυμερών υλικών με το περιβάλλον και τη μόλυνσή του από μικροπλαστικά.

Οι δραστηριότητες για τα βιοϋλικά εστιάζουν στην εξοικείωση των μαθητών/τριών με την έννοια της *βιοσυμβατότητας*, μέσα από την εξέταση διαφορετικών σεναρίων. Σε αυτά, οι μαθητές/τριες καλούνται να επιλέξουν την πιο κατάλληλη επιλογή, δηλαδή το υλικό που είναι είτε πιο συμβατό για μόνιμη παραμονή στον οργανισμό είτε κατάλληλο για απορρόφηση από αυτόν. Ακόμη, εξετάζονται διάφορες *μηχανικές ιδιότητες*, όπως η απορρόφηση ενέργειας, η ελαστικότητα και η μηχανική αντοχή. Δραστηριότητες για τον *μηχανισμό της βιοδιάσπασης* δίνουν έμφαση στις διαφορετικές συνθήκες υπό τις οποίες κάθε υλικό μπορεί να διασπαστεί (π.χ. διαφορετικό pH). Το διδακτικό υλικό για τα πολυμερή υλικά εστιάζει αρχικά στη σύνθεσή τους και συγκεκριμένα στην οπτικοποίηση της δομής τους, με χρήση διαφόρων μηκών αλυσίδων, που συνδυάζονται για τη δημιουργία πλεγμάτων και τρισδιάστατων δομών. Στη συνέχεια μέσω της εκτέλεσης ενός πειράματος για δημιουργία υδρογέλης εξετάζονται οι

*χημικές και μηχανικές ιδιότητες*. Τέλος, δίνεται έμφαση στην επεξεργασία της διάσπαση των πολυμερών σε μικροπλαστικά και της επίδραση αυτών στο περιβάλλον και στον άνθρωπο.

## Συμπεράσματα

Από την παρούσα έρευνα αναμένεται να αναδειχθούν τα χαρακτηριστικά του τρόπου που η σύγχρονη επιστημονική γνώση, του πεδίου της επιστήμης υλικών, μπορεί να διαχυθεί σε μαθητές/τριες, αλλά και στο ευρύ κοινό μέσω περιβαλλόντων άτυπης μάθησης, προάγοντας την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών και τη σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα.

## Ευχαριστίες

Το πρόγραμμα MaSCot διεξάγεται στο πλαίσιο του προγράμματος "Διεπιστημονικής Έρευνας Κατηγορία Γ2" που χρηματοδοτεί ο Ειδικός Λογαριασμός Κονδυλίων Έρευνας του Π.Κ. (Κ.Α. 11516).

## Βιβλιογραφία

Achiam, M. F. (2013). A content-oriented model for science exhibit engineering. *International Journal of Science Education, Part B*, 3(3), 214-232. https://doi.org/10.1080/21548455.2012.698445

Berg, T. B., Achiam, M., Poulsen, K. M., Sanderhoff, L. B., & Tøttrup, A. P. (2021). The Role and Value of Out-of-School Environments in Science Education for 21st Century Skills. *Frontiers in Education*, *6*. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.674541

Besley, J. C., & Tanner, A. H. (2011). What science communication scholars think about training scientists to communicate. *Science Communication*, *33*(2), 239–263 https://doi.org/10.1177/1075547010386972

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction–A framework for improving teaching and learning science. Στο D. Jorde & J. Dillon (Επιμ.), *Science education research and practice in Europe: Retrospective and prospective,* σ. 13– 37. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2

Ehrler, B. (2022). Unleashing the power of materials science for a sustainable future. *Matter*, *5*(8), 2386–2389. https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.05.041

Schwan, S., Grajal, A., & Lewalter, D. (2014). Understanding and engagement in places of science experience: science museums, science centers, zoos, and aquariums. *Educational Psychologist*, *49*(2), 70–85. https://doi.org/10.1080/00461520.2014.917588

Souza, V. M., Bonifácio, V., & Rodrigues, A. V. (2022). School Visits to Science Museums: A framework for analyzing teacher practices. *Journal of Science Teacher Education*, *34*(4), 329–351. https://doi.org/10.1080/1046560x.2022.2103010

Woods-Townsend, K., Christodoulou, A., Rietdijk, W., Byrne, J., Griffiths, J. B., & Grace, M. M. (2015). Meet the Scientist: The value of short interactions between scientists and students. *International Journal of Science Education Part B*, *6*(1), 89–113. https://doi.org/10.1080/21548455.2015.1016134