

# Οι Μαθητές και οι Εκπαιδευτικοί ως Δημιουργοί Εργαστηριακών Οργάνων

**Παπαδημητρόπουλος Νικόλαος<sup>1,3</sup>, Παυλάτου Ευαγγελία<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Σύμβουλος Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών ΔΔΕ Α΄ Αθήνας

<sup>2</sup>Καθηγήτρια ΕΜΠ

<sup>3</sup>Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, 15772 Ζωγράφου, Αθήνα

Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην ανάπτυξη συσκευών ανοιχτού κώδικα που μπορούν να προγραμματιστούν, να τροποποιηθούν με τους κατάλληλους αισθητήρες (Wenzel, 2023) και να αξιοποιηθούν για την κατασκευή μιας μεγάλης ποικιλίας οργάνων (Chan *et al.*, 2021). Ως αποτέλεσμα, εκπαιδευτικοί και μαθητές, από απλοί χρήστες οργάνων με βάση τη μεθοδολογία του «μαύρου κουτιού» (Borg, 2020), μετατρέπονται σε Δημιουργούς. Πλέον μπορούν να αναπτύξουν όργανα, ανάλογα με τις οικονομικές δυνατότητες της σχολικής μονάδας και τις ανάγκες για την διδασκαλία στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ή στο πεδίο. Καθώς τα όργανα αυτά είναι τροποποιήσιμα, μπορούν να καλύψουν την περιορισμένη υλικοτεχνική υποδομή των εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών. Για παράδειγμα, ερευνητές έχουν αναπτύξει εργαστηριακά όργανα Φυσικών Επιστημών, με πυρήνα τον μικροελεγκτή Arduino, για την αξιοποίησή τους στη διδασκαλία αλλά και στην καθημερινή ζωή (Petó, 2020; Pino *et al.*, 2019; Rodriguez-Vasquez *et al.*, 2020).

Κατά αυτό τον τρόπο μπορεί να ενταχθεί στην εκπαίδευση το Κίνημα των Δημιουργών (Schad & Jones, 2020). Με βάση αυτό, οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους, εμπνέονται, αναπτύσσουν συσκευές, τις αξιοποιούν σε καθημερινές εφαρμογές και τελικά τις παρουσιάζουν στην ευρύτερη κοινότητα.

Το προκαθορισμένο, όμως, αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, ο εξετασιοκεντρικός χαρακτήρας του εκπαιδευτικού συστήματος και ο περιορισμένος χρόνος για την διδασκαλία των μαθημάτων, δεν επιτρέπει τη διάθεση χρόνου για την δοκιμή συσκευών, τη σταδιακή ανάπτυξη γνώσεων, την έμπνευση και την παραγωγή και εφαρμογή νέων ιδεών (Martin, 2015). Η προτεινόμενη λύση από την διεθνή βιβλιογραφία είναι η αξιοποίηση προγραμμάτων και ομίλων που λειτουργούν μετά την τυπική λειτουργία της σχολικής μονάδας (Hsu *et al.*, 2020). Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί εργάζονται σε χώρους, που μπορεί να είναι το εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, το εργαστήριο Πληροφορικής ή ακόμα και μια σχολική αίθουσα, οι οποίοι αποκαλούνται Χώροι Δημιουργών.

Στην εργασία παρουσιάζεται ένας Χώρος Δημιουργών που λειτουργήσε σε Γυμνάσιο της Αθήνας, αρχικά σε σχολική αίθουσα και κατόπιν σε εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Σε αυτόν οι μαθητές έμαθαν τη λειτουργία συσκευών και εργαστηριακών οργάνων με πυρήνα τον μικροελεγκτή Arduino και ανέπτυξαν νέα όργανα που αξιοποιήθηκαν μεταξύ άλλων και στη διδασκαλία της Χημείας, όπως πεχάμετρα, θερμόμετρα και μετρητές αλατότητας (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1.** Εργαστηριακό όργανο μέτρησης της αλατότητας θαλασσινού νερού

Τα όργανα αυτά αξιοποιήθηκαν και στην τυπική διδασκαλία είτε ως αυτόνομα όργανα, είτε σε συνδυασμό με ψηφιακά περιβάλλοντα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν στο πεδίο ως φορητά όργανα κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικών επισκέψεων.

Ακολούθως, τα όργανα παρουσιάζονταν στην εκπαιδευτική και ευρύτερη κοινότητα, σε κατάλληλες εκδηλώσεις όπως στο ΕΛΚΕΘΕ, στο Athens Science Festival και στη Βραδιά Ερευνητή.

Τα αποτελέσματα ερωτηματολογίου (Παπαδημητρόπουλος, 2022) που απάντησαν μαθητές σχετικά με τη συμμετοχή τους στο Χώρο Δημιουργών, έδειξε ότι κάλυψε τις ανάγκες τους για Ικανότητα, Αυτονομία και Συσχέτιση, οι οποίες περιγράφονται από τη Θεωρία του Αυτοπροσδιορισμού (Ryan & Deci, 2020).

## Βιβλιογραφία

- Παπαδημητρόπουλος, Ν. (2022). Ανάπτυξη και Αξιοποίηση Κατασκευών Arduino στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). <http://dx.doi.org/10.12681/eadd/51115>
- Borg, G. (2020). On "the application of science to science itself": chemistry, instruments, and the scientific labor process. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 79, 41-56. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2019.05.008>
- Chan, K., Schillereff, D., Baas, A., Chadwick, M., Main, B., Mulligan, M., Pearce, R., Smith, T. E. L., van Soesbergen, A., & Tebbs, E. (2021). Low-cost electronic sensors for environmental research: pitfalls and opportunities. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 45(3), 305-338. <https://doi.org/10.1177/0309133320956567>
- Hsu, P.-S., Lee, E. M., Smith, T. J., & Kraft, C. (2020). Exploring youths' attitudes toward science in a Makerspace-infused after-school program. *Interactive Learning Environments*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1786408>
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>
- Petó, M. (2020). Teaching atmospheric physics using Arduino-based tools. *AIP Conference Proceedings*, 2218(1), 060003. <https://doi.org/10.1063/5.0002282>
- Pino, H., Pastor, V., Grimalt-Álvaro, C., & López, V. (2019). Measuring CO<sub>2</sub> with an Arduino: Creating a Low-Cost, Pocket-Sized Device with Flexible Applications That Yields Benefits for Students and Schools. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 377-381. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00473>
- Rodriguez-Vasquez, K. A., Cole, A. M., Yordanova, D., Smith, R., & Kidwell, N. M. (2020). AIRduino: On-Demand Atmospheric Secondary Organic Aerosol Measurements with a Mobile Arduino Multisensor. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 838-844. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00744>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>
- Schad, M., & Jones, W. M. (2020). The Maker Movement and Education: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(1), 65-78. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1688739>
- Wenzel, T. (2023). Open hardware: From DIY trend to global transformation in access to laboratory equipment. *PLoS Biology*, 21(1), e3001931. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001931>