**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΙΚΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ-ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO**

**N. Παπαδημητρόπουλος\*, Ε.Α. Παυλάτου**

Ηρώων Πολυτεχνείου 9-Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου 15780 Αθήνα, ΕΜΠ Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας Χημικών Επιστημών

 *\** *npapadim@mail.ntua.gr*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η διδασκαλία των εννοιών της Χημείας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση διευκολύνεται από την αξιοποίηση Πραγματικών και Ψηφιακών Αναπαραστάσεων [1-3]. Οι έρευνες σχετικά με το ποιος τύπος έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα έχουν καταλήξει σε αντικρουόμενα συμπεράσματα, καθώς έχουν διαφορετικές Παροχές [4,5] και προάγουν τη μάθηση μέσα από διαφορετικούς γνωστικούς μηχανισμούς [6].

Τα Μεικτά, Πραγματικά-Ψηφιακά Μαθησιακά Περιβάλλοντα έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να συνδυάσουν τις Παροχές των δύο τύπων Αναπαραστάσεων, ώστε να προκύψουν μεγαλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα [4,5,7,8]. Ο μικροελεγκτής Arduino μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη Μεικτών Μαθησιακών Περιβαλλόντων καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την υλοποίηση εργαστηριακών οργάνων Χημείας [9-11] αλλά και για τον χειρισμό Ψηφιακών Οντοτήτων [12]. Κατά την ανάπτυξη των Μεικτών Μαθησιακών Περιβαλλόντων πρέπει να αναζητηθούν και να συνδυαστούν οι κατάλληλες Παροχές των Πραγματικών και Ψηφιακών Αναπαραστάσεων [4,5,8]. Επίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συνηθισμένες πρακτικές των Ελλήνων εκπαιδευτικών, αφού αυτές θα καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που θα αξιοποιηθούν αυτά τα Μαθησιακά Περιβάλλοντα [13].

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκαν δύο Μεικτά Μαθησιακά Περιβάλλοντα. Στο πρώτο υλοποιούνταν πειράματα επίδειξης Arduino σε Ψηφιακές Οντότητες που αναπαριστούσαν αντίστοιχες πραγματικές από την καθημερινή ζωή, ενώ στο δεύτερο υλοποιούνταν τα ίδια πειράματα χωρίς όμως την χρήση των Ψηφιακών Οντοτήτων. Κατόπιν, συγκρίθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα της διδασκαλίας με την χρήση των Μαθησιακών Περιβαλλόντων για την επίδειξη πειραμάτων, με δύο άλλες κοινές πρακτικές των Ελλήνων Εκπαιδευτικών. Τη διδασκαλία με πειράματα επίδειξης στο Εικονικό Εργαστήριο και τη διδασκαλία χωρίς την υλοποίηση πειραμάτων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η αξιοποίηση των Ψηφιακών Οντοτήτων ως πεδίο πειραματισμού με εργαστηριακά όργανα Arduino μπορεί να δώσει μεγαλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Αυτά μπορούν να αποδοθούν στην άμεση οπτικοποίηση σχέσεων «αιτία-αποτέλεσμα» [14], η οποία διευκολύνει τους γνωστικούς μηχανισμούς των μαθητών [15] αλλά και στην αύξηση του Ενδιαφέροντος Περίστασης των μαθητών, που οδηγεί στην αύξηση της Εμπλοκής τους [16,17].

Οι θεωρίες που ερμηνεύουν τη μάθηση με Πραγματικές και Ψηφιακές Αναπαραστάσεις [6] συγκλίνουν στη σημασία της διευκόλυνσης των Γνωστικών Μηχανισμών [15] και την αύξηση του Ενδιαφέροντος Περίστασης [18]. Κατά αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να προκύψει ένα μοντέλο που προβλέπει ποιες Παροχές πρέπει να συνδυαστούν σε ένα Μεικτό Μαθησιακό Περιβάλλον προκειμένου να επιτευχθούν μεγαλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Arduino, Μεικτά Μαθησιακά Περιβάλλοντα, Διδασκαλία της Χημείας

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

[1] Belenky, D.M., & Schalk, L. (2014). *Educ. Psychol. Rev*. 26(1): 27-50.

[2] Jaakkola, T., & Veermans, K. (2020). *Comput Educ*. 148: 103811.

[3] Jaakkola T., Nurmi S., & Veermans, K. (2011). *J Res Sci Teach.* 48(1): 71-93.

[4] Olympiou, G., & Zacharia, Z.C. (2018). *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives*: 257-278.

[5] Kapici, H.O., Akcay, H., & de Jong., T. (2019). *J Sci Educ Technol.* 28(3): 231-250.

[6] Rau, M.A. (2020). *Educ Psychol Rev.* 32: 297–325

[7] Olympiou, G., & Zacharia, Z.C. (2014). *Topics and Trends in Current Science Education: 9th ESERA Conference Selected Contributions*: 419-433.

[8] Olympiou, G., & Zacharia, Z.C. (2012). *Sci. Educ*. 96(1): 21-47.

[9] Pino, H., Pastor, V., Grimalt-Álvaro, C., & López., V. (2019). *J. Chem. Educ.* 96(2): 377-381.

[10] Grinias, J.P., Whitfield, J.T., Guetschow E.D., & Kennedy, R.T. (2016). *J. Chem. Educ.* 93(7): 1316-1319.

[11] Kubínová, Š., & Šlégr, J., (2015). *J. Chem. Educ.* 92(10): 1751-1753.

[12] Edwards, B.I., Bielawski, K.S., Prada, R., & Cheok, A.D. (2019). *Virtual Real.* 23(4): 363-373.

[13] Bell, R.L., Maeng, J.L., & Binns, I.C. (2013). *J Res Sci Teach*. 50(3): 348-379

[14] Miller, L.C., Wang, L., Jeong, D.C., & Gillig, T.K., (2019). *Social‐Behavioral Modeling for Complex Systems*: 359-386.

[15] Sweller, J. (2020). *Educ. Technol. Res. Dev.* 68(1): 1-16.

[16] Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2019). *J Sci Educ Technol.* 28(2): 152-164.

[17] Froiland, J.M., & Worrell, F.C. (2016). *Psychol Sch.* 53(3): 321-336.

[18] Roure, C., Kermarrec, G., & Pasco, D. (2019). *European Physical Education Review*. 25(2): 327-340.