

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών



Πρόταση για αξιοποίηση των εικονικών πειραμάτων στο εκπαιδευτικό εργαστήριο Φυσικής

Αθανάσιος Βελέντζας, Άλκηστη Δημακοπούλου, Ιωάννης Θεοδώνης

doi: [10.12681/codiste.5396](https://doi.org/10.12681/codiste.5396)

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ

Αθανάσιος Βελέντζας¹, Άλκηστη Δημακοπούλου², Ιωάννης Θεοδώνης³

¹ΕΔΙΠ της Σχολής ΕΜΦΕ του ΕΜΠ, ²ΕΤΕΠ της Σχολής ΕΜΦΕ του ΕΜΠ, ³ΕΔΙΠ της Σχολής ΕΜΦΕ του ΕΜΠ

avelentz@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια εκπαιδευτική πρόταση για την αξιοποίηση των εικονικών πειραμάτων παράλληλα με την εκτέλεση πραγματικών πειραμάτων στο εκπαιδευτικό εργαστήριο. Συγκεκριμένα δοκιμάστηκε η χρήση εικονικού πειράματος για την προετοιμασία και την εξοικείωση των σπουδαστών/τριών με το αντίστοιχο πραγματικό πείραμα, το οποίο πραγματοποίησαν στη συνέχεια. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η προτεινόμενη διαδικασία βοηθά τους σπουδαστές/τριες στην προετοιμασία και εξοικείωσή τους τόσο με την εκτέλεση όσο και την επεξεργασία των δεδομένων του πραγματικού πειράματος. Επιπλέον, οι σπουδαστές/τριες δηλώνουν σε πολύ μεγάλο ποσοστό ότι βρίσκουν την προτεινόμενη διαδικασία της εκτέλεσης εικονικού πειράματος ως προετοιμασία για το πραγματικό, περισσότερο ενδιαφέρουσα και υποβοηθητική σχετικά με την προετοιμασία μέσω ανάγνωσης απλού κειμένου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικής, Εικονικά Πειράματα

PROPOSAL FOR THE UTILIZATION OF VIRTUAL EXPERIMENTS IN THE EDUCATIONAL PHYSICS LAB

Athanasios Velentzas¹, Alkisti Dimakopoulou², Ioannis Theodonis³

¹Laboratory Teaching Staff, School of AMPS, NTUA, ²Special Technical Laboratory Staff, School of AMPS, NTUA, ³Laboratory Teaching Staff, School of AMPS, NTUA

avelentz@gmail.com

ABSTRACT

This study presents an educational proposal which attempts to utilize virtual experiments alongside the real experiments performed in the educational laboratory. Specifically, the efficacy of incorporating virtual experiments as a preparatory tool, aiding students in acclimating to subsequent real-world experiments, is investigated. The findings indicate that this approach assists students in preparing and becoming acquainted with both the experimental procedure and the data processing of the real experiment. Furthermore, students state that carrying out a virtual experiment is more interesting and helpful than preparing for the corresponding real experiment by conventional text-based preparation methods.

Keywords: Educational Physics Lab, Virtual Experiments

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την περίοδο της καραντίνας λόγω του SARS-CoV 2 αναπτύχθηκαν διάφορες εκπαιδευτικές προτάσεις για να καλύψουν την ανάγκη της άσκησης των σπουδαστών στην εργαστηριακή πρακτική (Pols, 2020). Σε αυτή την κατεύθυνση έχουν γίνει διάφορες προτάσεις, όπως πειράματα στο σπίτι με προμήθεια κατάλληλων οργάνων, απομακρυσμένος έλεγχος πραγματικών πειραματικών συσκευών ή χρήση εικονικών πειραμάτων (Velentzas & Theodonis, 2021). Σχετικά με την εκπαιδευτική αξία των εικονικών πειραμάτων έχουν γίνει έρευνες και έχουν αναδειχθεί τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματά τους (Daineko, et al. 2017· Zacharia & Olympiou, 2011).

Σε προηγούμενη εργασία μας παρουσιάσαμε μια πρόταση για την αξιοποίηση των εικονικών πειραμάτων στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία εφαρμόστηκε με επιτυχία σε πρωτοετείς φοιτητές του ΕΜΠ την περίοδο της καραντίνας (Velentzas & Theodonis, 2021). Σε αυτή την εργασία μοντελοποιήθηκαν τα πραγματικά πειράματα του εργαστηρίου με αντίστοιχες προσομοιώσεις και οι εκπαιδευόμενοι πραγματοποιούσαν τα αντίστοιχα εικονικά πειράματα. Ένα από τα σημεία που διερευνήθηκαν ήταν κατά πόσο η πρόταση αυτή θα μπορούσε να εφαρμοστεί και με ποια στοχοθεσία παράλληλα με το πραγματικό εργαστήριο όταν δεν θα υπάρχουν συνθήκες καραντίνας. Οι προτάσεις που διατύπωσαν οι εννέα διδάσκοντες του εργαστηρίου, που συμμετείχαν στην εφαρμογή, συνοπτικά, ήταν ότι τα εικονικά πειράματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν

- παράλληλα με τα αντίστοιχα πραγματικά πειράματα, έτσι ώστε οι σπουδαστές/τριες να κατανοήσουν το ρόλο των μοντέλων και να εξοικειωθούν με ένα πραγματικό πείραμα πριν το εκτελέσουν.
- στα εισαγωγικά μαθήματα σχετικά με την επεξεργασία και την παρουσίαση των μετρήσεων.
- ως πρόσθετες ασκήσεις για καλύτερη πρακτική άσκηση και αξιολόγηση με δεδομένους τους περιορισμούς χώρου και χρόνου στα πραγματικά εργαστήρια.

Με βάση τα προαναφερθέντα σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε αρχικά τη χρήση εικονικού πειράματος και στη συνέχεια πραγματοποίηση του αντίστοιχου πραγματικού πειράματος προκειμένου να διαπιστώσουμε κατά πόσο οι σπουδαστές/τριες, έχοντας πραγματοποιήσει το εικονικό πείραμα, βοηθούνται αποτελεσματικά στην προετοιμασία για την πραγματοποίηση του πραγματικού πειράματος, στην εξοικείωση με την ακολουθούμενη μέθοδο καθώς και στην επεξεργασία των μετρήσεων. Η εφαρμογή, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Στο 2^ο εξάμηνο της σχολής ΕΜΦΕ του ΕΜΠ στο πλαίσιο του μαθήματος «Εργαστηριακή Φυσική» οι σπουδαστές/τριες παρακολουθούν δύο εισαγωγικές διαλέξεις σχετικά με τη λήψη, επεξεργασία και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων μετρήσεων. Μετά τις διαλέξεις ετοιμάζουν στο σπίτι εργασία με επεξεργασία μετρήσεων οι οποίες έχουν δοθεί έτοιμες σε πίνακες. Στη συνέχεια ασκούνται σε οκτώ εργαστηριακές ασκήσεις, μία κάθε εβδομάδα, για τις οποίες ενημερώνονται πριν έλθουν στο εργαστήριο από υλικό που είναι αναρτημένο σε ηλεκτρονική πλατφόρμα. Για κάθε άσκηση παραδίδουν μία εργασία. Η λήψη των μετρήσεων γίνεται στο εργαστήριο και η επεξεργασία στο σπίτι.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιλέξαμε για μία από τις οκτώ ασκήσεις να χρησιμοποιηθεί εικονικό πείραμα πριν το πραγματικό. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η εργαστηριακή άσκηση «Πειραματικός προσδιορισμός της χωρητικότητας επίπεδου πυκνωτή και της διηλεκτρικής σταθεράς υλικού». Οι σπουδαστές/τριες πριν πραγματοποιήσουν το πραγματικό πείραμα πραγματοποίησαν στο σπίτι το αντίστοιχο εικονικό πείραμα και συμπλήρωσαν ένα φύλλο εργασίας που προσκόμισαν στον/στην

επιβλέποντα την ημέρα που πραγματοποίησαν το πραγματικό πείραμα. Στο τέλος του φύλλου εργασίας είχαν να απαντήσουν και σε δύο ερωτήσεις σχετικά με την ευκολία λήψης μετρήσεων από το εικονικό πείραμα και να το συγκρίνουν ως διαδικασία με αυτή που επεξεργάζονται έτοιμες μετρήσεις από πίνακες. Στο εργαστήριο οι σπουδαστές/τριες πήραν μετρήσεις από το πραγματικό πείραμα και στο σπίτι έπρεπε να συμπληρώσουν το αντίστοιχο φύλλο εργασίας. Τα ερωτήματα ήταν τα ίδια με αυτά του εικονικού πειράματος. Στο τέλος υπήρχαν ερωτήματα σχετικά με το πόσο θεωρούν ότι η εκτέλεση του εικονικού πειράματος τους βοήθησε στην προετοιμασία και την εκτέλεση του πραγματικού πειράματος στο εργαστήριο και να αναφέρουν μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα. Τα δεδομένα για την εξαγωγή συμπερασμάτων αποτελούν τα φύλλα εργασίας τόσο του εικονικού όσο και του πραγματικού πειράματος καθώς και οι παρατηρήσεις των δύο επιβλεπόντων της άσκησης

ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Η εφαρμογή έλαβε χώρα το εαρινό εξάμηνο του 2022-2023. Συγκεντρώθηκαν και μελετηθήκαν 103 φύλλα εργασίας από το εικονικό και τα αντίστοιχα 103 φύλλα εργασίας από το πραγματικό πείραμα. Από τη μελέτη αυτών των φύλλων προέκυψαν, συνοπτικά, τα παρακάτω ευρήματα:

A) Σχετικά με το εικονικό πείραμα οι σπουδαστές/τριες

- έλαβαν σωστές μετρήσεις (95,1% είχαν όλες τις μετρήσεις σωστές) και δήλωσαν ότι τις έλαβαν πολύ εύκολα (81,6%) ή με μέτρια δυσκολία (16,5%). Μόνο σε δύο περιπτώσεις δηλώθηκε δύσκολη διαδικασία.
- δήλωσαν (71,8%) ότι για τις εισαγωγικές ασκήσεις στην επεξεργασία μετρήσεων είναι πολύ περισσότερο ενδιαφέρουσα και προτιμητέα, ως διαδικασία, η λήψη μετρήσεων με το εικονικό πείραμα από ότι η παροχή έτοιμων μετρήσεων σε πίνακες. Το 20,4% θεωρούν ότι δεν υπάρχει διαφορά ως προς το ενδιαφέρον, ενώ οι υπόλοιποι/πες προτιμούν τους πίνακες για λόγους ευκολίας ή δεν απάντησαν στην ερώτηση.

Οι δυσκολίες στην επεξεργασία μετρήσεων, όπως για παράδειγμα η εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων, είναι οι ίδιες με αυτές που είχαν και στο πραγματικό πείραμα και άρα έχουν μία επιπλέον δυνατότητα για διόρθωση λαθών.

B) Σχετικά με το πραγματικό πείραμα οι σπουδαστές/τριες δήλωσαν ότι τους βοήθησε

- πολύ και τους εξοικείωσε καλύτερα με το πραγματικό πείραμα η εκτέλεση του εικονικού σε σχέση με τα άλλα πειράματα του εργαστηρίου όπου έχουν να προετοιμαστούν μέσω ενός κειμένου (91,3%). Το υπόλοιπο 8,7% δήλωσαν ότι βοηθήθηκε λίγο. Δεν υπήρξε καμιά περίπτωση που να δηλώθηκε ότι δεν βοηθήθηκε. Το σημείο αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο άλλης μελέτης ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο αυτή η προτίμηση των σπουδαστών/σπουδαστριών σχετίζεται με πιθανή δυσκολία άντλησης πληροφοριών από γραπτό κείμενο ή οφείλεται στην εξοικείωσή τους με τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και την δύναμη της εικόνας σε σχέση με το γραπτό κείμενο.
- πολύ στην εκπόνηση του φύλλου εργασίας του πραγματικού πειράματος η προηγούμενη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας του εικονικού πειράματος (84,5%). Το υπόλοιπο 15,5% θεώρησε ότι βοηθήθηκε λίγο. Δεν υπήρξε καμιά περίπτωση που να δηλώθηκε ότι δεν βοηθήθηκε.

Τέλος, οι επιβλέποντες διαπίστωσαν ότι είναι ευκολότερο το έργο τους, απαιτούνται λιγότερες διευκρινίσεις και η εκτέλεση της άσκησης απαιτεί λιγότερο χρόνο σε σχέση με προηγούμενα εξάμηνα όπου οι σπουδαστές/τριες προετοιμάζονται μέσω ενός κειμένου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Μόνο η χρήση εικονικών πειραμάτων δεν είναι δυνατόν να καλύψει όλους τους στόχους του εκπαιδευτικού εργαστηρίου φυσικής. Για παράδειγμα, δεν αναπτύσσουν οι σπουδαστές/τριες δεξιότητες οι οποίες καλλιεργούνται με το «στήσιμο» των πραγματικών εργαστηριακών διατάξεων, την επίλυση πρακτικών προβλημάτων, την μαεστρία αντιμετώπισης απρόβλεπτων καταστάσεων και δεν έχουν άμεση αίσθηση των φυσικών αντικειμένων ώστε να κάνουν εκτιμήσεις των τιμών φυσικών μεγεθών (Daineko, et al. 2017). Ωστόσο, από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας προκύπτει ότι η μοντελοποίηση των πραγματικών πειραμάτων και η εκτέλεση των αντίστοιχων εικονικών πειραμάτων αποδεικνύεται εκπαιδευτικά πολύτιμη διαδικασία όχι μόνο για περιπτώσεις εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αλλά και σε παράλληλη χρήση με την εργασία στο πραγματικό εργαστήριο. Το συμπέρασμα αυτό είναι σε αντιστοιχία με άλλα ερευνητικά αποτελέσματα σύμφωνα με τα οποία ο συνδυασμός πειραματισμού με πραγματικά και εικονικά εργαστήρια «βοηθά τους μαθητές να μάθουν καλύτερα από ότι όταν κάνουν μόνο πραγματικά ή μόνο εικονικά πειράματα» (Chaturvedi & Dharwadkar, 2011; Sullivan, et al., 2017).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Chaturvedi, S. K., & Dharwadkar, K. A. (2011). Simulation and visualization enhanced engineering education - development and implementation of virtual experiments in a laboratory course. *Mechanical & Aerospace Engineering Faculty Publications*. 87.
- Daineko, Y., Dmitriyev, V., Ipalakova, M. (2017). Using Virtual Laboratories in Teaching Natural Sciences: An Example of Physics Courses in University. *Comput Appl Eng Educ* 25:39–47.
- Pols, F. (2020). A Physics Lab Course in Times of COVID-19. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education* 24(2), 172-178
- Sullivan, S., Gnesdilow, D., Puntambekar, S., & Kim, J., (2017) Middle school students' learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments, *International Journal of Science Education*, 39:12, 1573-1600.
- Velentzas, A., & Theodonis, I. (2021). Supporting laboratory work with virtual experiments: A case study during the COVID-19 quarantine. In G.S. Carvalho, A.S. Afonso & Z. Anastácio (Eds.), *Fostering scientific citizenship in an uncertain world* (Proceedings of ESERA 2021), 263-271, Braga: CIEC, University of Minho.
- Zacharia Z. C. & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21, 317-331.