ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Πρόταση για αξιοποίηση των εικονικών πειραμάτων στο εκπαιδευτικό εργαστήριο Φυσικής

Αθανάσιος Βελέντζας, Άλκηστη Δημακοπούλου, Ιωάννης Θεοδώνης

doi: 10.12681/codiste.6817

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 09/12/2025 05:14:36

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ

Αθανάσιος Βελέντζας[1], Άλκηστη Δημακοπούλου[2], Ιωάννης Θεοδώνης[3]

[1]ΕΔΙΠ της Σχολής ΕΜΦΕ, ΕΜΠ, [2]ΕΤΕΠ της Σχολής ΕΜΦΕ, ΕΜΠ, [3]ΕΔΙΠ της Σχολής ΕΜΦΕ, 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 πείραμα, 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 Velentzas[1], Alkisti Dimakopoulou[2], Ioannis Theodonis[3]

[1]Laboratory Teaching Staff, School of AMPS, NTUA, [2]Special Technical Laboratory Staff, School of AMPS, NTUA, [3]Laboratory 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 ενός εικονικού πειράματος και στη συνέχεια πραγματοποίηση του αντίστοιχου πραγματικού πειράματος προκειμένου να διερευνήσουμε κατά πόσο οι σπουδαστές/τριες, έχοντας πραγματοποιήσει το εικονικό πείραμα, βοηθιούνται 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.

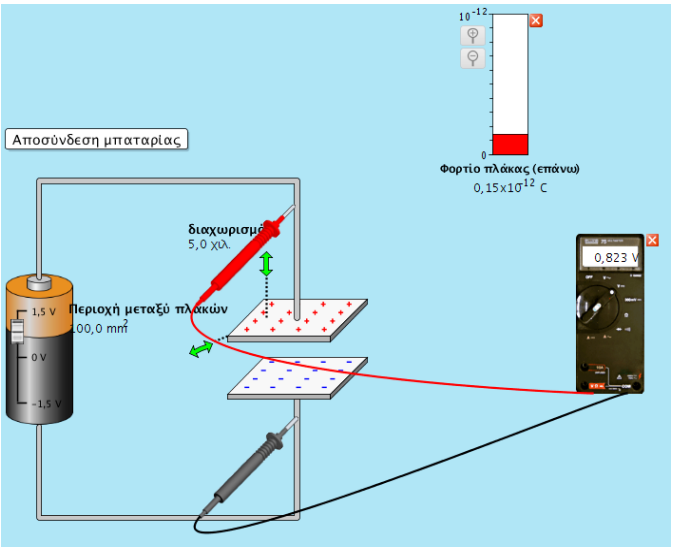
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

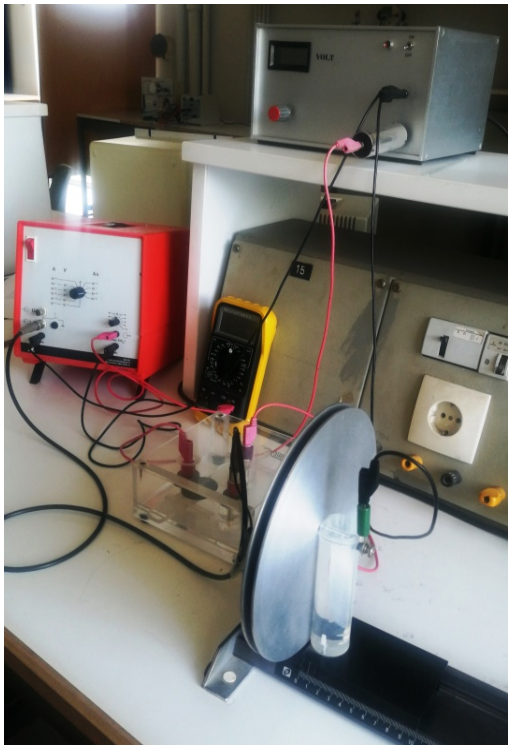
Στο 2ο εξάμηνο της σχολής ΕΜΦΕ του ΕΜΠ στο πλαίσιο του μαθήματος «Εργαστηριακή Φυσική» οι σπουδαστές/τριες παρακολουθούν δύο εισαγωγικές διαλέξεις σχετικά με τη λήψη, επεξεργασία και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων μετρήσεων. Μετά τις διαλέξεις ετοιμάζουν στο σπίτι εργασία με επεξεργασία μετρήσεων οι 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.

Σχήμα 1. Το εικονικό πείραμα και το αντίστοιχο πραγματικό





Στο εργαστήριο οι σπουδαστές/τριες πήραν μετρήσεις από το πραγματικό πείραμα και στο σπίτι συμπλήρωσαν 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 αποτελούνται από τα φύλλα εργασίας τόσο του εικονικού όσο και του πραγματικού πειράματος καθώς και τις παρατηρήσεις των δύο επιβλεπόντων της άσκησης

ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Η εφαρμογή έλαβε χώρα το εαρινό εξάμηνο του 2022-2023. Συγκεντρωθήκαν 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 τα παρακάτω ευρήματα:

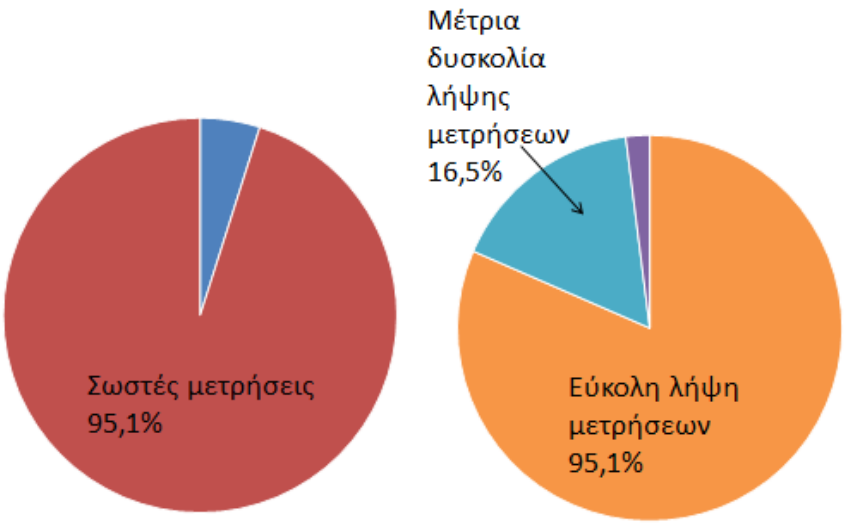
Α) Σχετικά με το εικονικό πείραμα

(i) Οι σπουδαστές/τριες έλαβαν σωστές μετρήσεις και δήλωσαν ότι τις έλαβαν πολύ εύκολα.

Συγκεκριμένα, από την ανάλυση των φύλλων εργασίας το 95,1% των σπουδαστών/τριών είχαν όλες τις μετρήσεις σωστές.

Από τις απαντήσεις των σπουδαστών/τριών προέκυψε ότι το 81,6% αυτών έλαβαν τις μετρήσεις πολύ εύκολα. Δήλωσαν μέτρια δυσκολία στη λήψη μετρήσεων το 16,5% και μόνο σε 2 περιπτώσεις (ποσοστό 1,9%) δηλώθηκε δύσκολη διαδικασία.

Σχήμα 2. Ευρήματα από τη διαδικασία λήψης μετρήσεων



(ii) 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.

Συγκεκριμένα, το 71,8% των σπουδαστών/τριών βρήκαν περισσότερο ενδιαφέρουσα και προτιμητέα τη λήψη μετρήσεων με το εικονικό πείραμα από ότι την παροχή έτοιμων μετρήσεων σε πίνακες. Το 20,4% θεώρησαν ότι δεν υπάρχει διαφορά ως προς το ενδιαφέρον, ενώ οι υπόλοιποι/πες δήλωσαν ότι προτιμούν τους πίνακες για λόγους ευκολίας ή δεν απάντησαν στην ερώτηση.

Σχήμα 3. Η λήψη μετρήσεων με το εικονικό πείραμα είναι περισσότερο ενδιαφέρουσα και προτιμητέα από ότι η παροχή πινάκων έτοιμων μετρήσεων

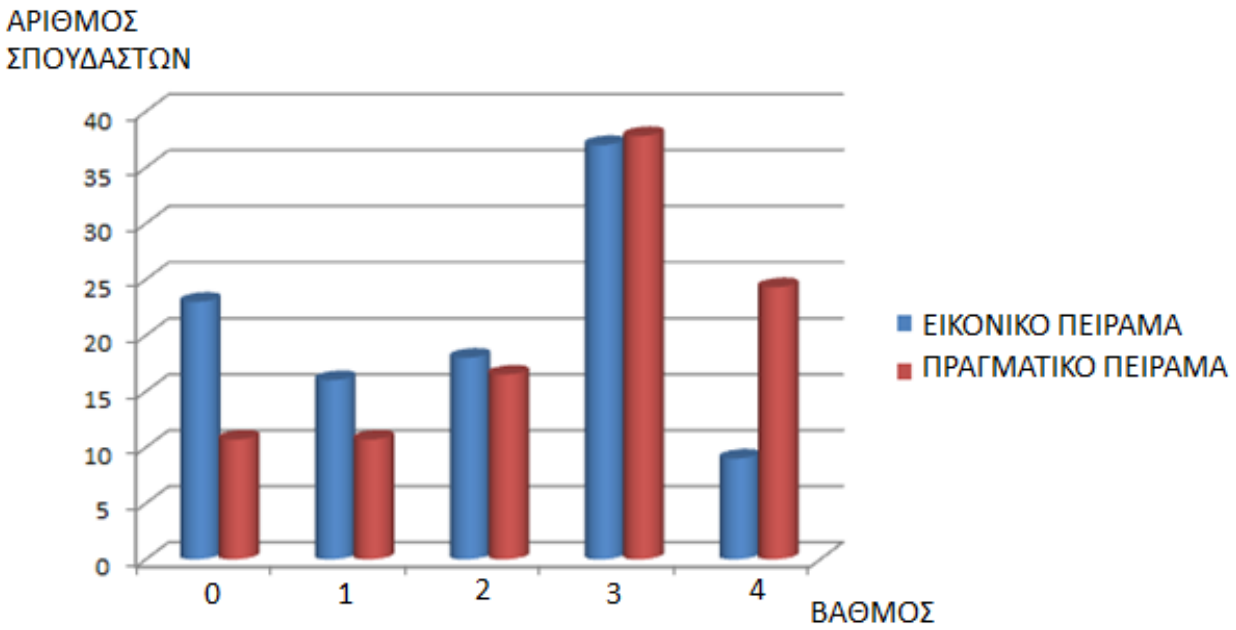
(iii) Οι δυσκολίες των σπουδαστών/τριών στην επεξεργασία μετρήσεων, είναι οι ίδιες με αυτές που είχαν και στο πραγματικό πείραμα και άρα τους δόθηκε μία επιπλέον δυνατότητα για διόρθωση λαθών.

Για παράδειγμα, στην εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων η βαθμολογία είχε ορισθεί μεταξύ των επιβλεπόντων από 0 έως 4 με βάση κριτήρια που αποφασίστηκαν από κοινού, όπως φαίνεται στον πίνακα 1. Από το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχήμα 4) εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στην επίδοση από το εικονικό στο πραγματικό πείραμα.

Πίνακας 1. Η Βαθμολογία για τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων

ΒΑΘΜΟΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ
0	Εντελώς λάθος
1	Μόνο σωστή η κλίση
2	Σωστά η κλίση και το σφάλμα κλίσης
3	Σωστά η κλίση το σφάλμα κλίσης και το ζητούμενο αποτέλεσμα
4	Σωστά η κλίση το σφάλμα κλίσης, το ζητούμενο αποτέλεσμα και το σφάλμα του αποτελέσματος

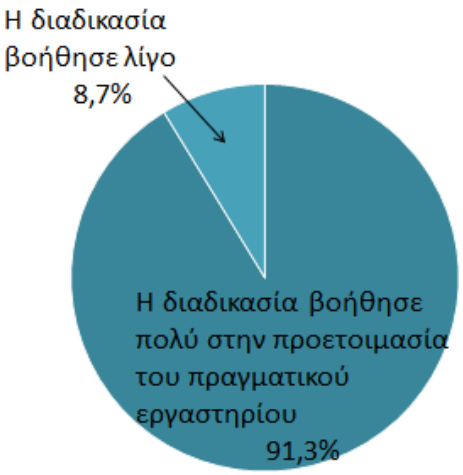
Σχήμα 4. Η συγκριτική επίδοση των σπουδαστών στην μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων στο εικονικό και στο πραγματικό πείραμα



Β) Σχετικά με το πραγματικό πείραμα

(i) Οι σπουδαστές/τριες στην συντριπτική τους πλειοψηφία (91,3%) 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. Οι υπόλοιποι (8,7%) δήλωσαν ότι βοηθήθηκαν λίγο. Δεν υπήρξε καμιά περίπτωση που να δήλωσε ότι δεν βοηθήθηκε.

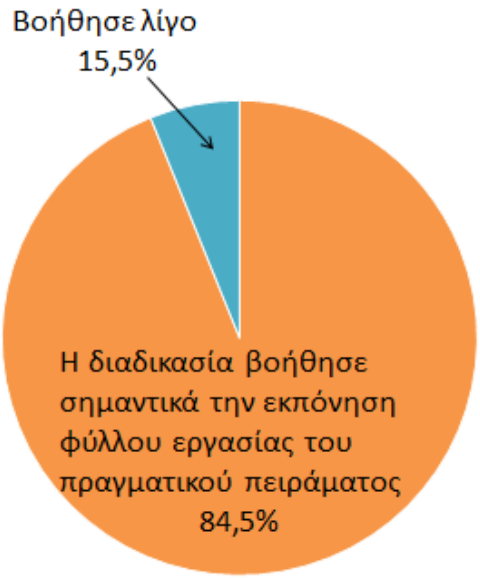
Σχήμα 5. Η διαδικασία βοήθησε την προετοιμασία του πραγματικού εργαστηρίου



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.

(ii) Οι σπουδαστές/τριες δήλωσαν ότι τους βοήθησε 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 δήλωσε ότι δεν βοηθήθηκε.

Σχήμα 6. Η διαδικασία βοήθησε σημαντικά στην εκπόνηση του φύλλου εργασίας του πραγματικού πειράματος



Γ) Η γνώμη των επιβλεπόντων

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 προετοιμαζόντουσαν μέσω ενός κειμένου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Μόνο η χρήση εικονικών πειραμάτων δεν είναι δυνατόν να καλύψει όλους τους στόχους του εκπαιδευτικού εργαστηρίου φυσικής. Για παράδειγμα, οι σπουδαστές/τριες δεν αναπτύσσουν 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).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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 inTeaching 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 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