

Η Συμβολή της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση των Υποψηφίων Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην μελέτη της συμβολής της Ιστορίας της Τεχνολογίας στην επιστημονική και τεχνολογική εκπαίδευση των υποψηφίων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης συνδυάζοντας την αξιοποίηση της Ιστορίας της και συγκεκριμένα τα χειρόγραφα του Λεονάρντο ντα Βίντσι με την αφήγηση ιστοριών ως διδακτικό εργαλείο. Σχεδιάστηκε διδακτική παρέμβαση διερευνητικού τύπου, υλοποιήθηκε η πιλοτική και η κύρια φάση της έρευνας, με ερευνητικό εργαλείο ερωτηματολόγιο, ίδιο πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Στατιστικά σημαντική βελτίωση υπάρχει στις απαντήσεις που αφορούν βασικές έννοιες Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την πρόταση για εφαρμογή ανάλογων διδακτικών παρεμβάσεων και σε άλλες βασικές διαθεματικές έννοιες όπως αυτές της ενέργειας και του έργου. Προτείνεται επίσης η επέκταση της έρευνας και σε διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Abstract

This research focuses on improving pre-service primary teachers' scientific and technological education combining the introduction of the history of technology and especially using the manuscripts of Leonardo da Vinci with the storytelling as a teaching tool. An inquiry-based didactical intervention was designed and implemented in pre-service primary teachers. Both a pilot and a main research were carried out. Regarding research tools, the same pre and posttest questionnaire were used. Findings reveal statistically significant improvement in pre-service primary teachers' understanding of main concepts of Science and Technology. The results reinforce the idea of conducting similar didactic interventions in other "cross-cutting" concepts such as energy and work. It is also suggested a broader research in different educational levels.

1. Εισαγωγή

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και η Τεχνολογία παίζουν σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες κοινωνίες και επηρεάζουν σχεδόν όλες τις πτυχές της σύγχρονης ζωής γεγονός που αντανακλάται τόσο στα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) όσο και στα κείμενα εκπαιδευτικής πολιτικής (European Commission, 2014; NGSS Lead States, 2013). Η παρούσα εργασία εστιάζει στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Παρόλο που οι ΦΕ και η Τεχνολογία δεν συγκαταλέγονται ανάμεσα στα αγαπημένα γνωστικά τους αντικείμενα (Kazempour & Sadler, 2015) ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορούν να αναδείξουν τη σημασία των ΦΕ και της Τεχνολογίας στους μαθητές τους, άμεσα μέσω της διδασκαλία τους (Hsu et al., 2011; Rohaan et al., 2008) και έμμεσα μέσω της επιρροής που έχουν στον οικογενειακό και ευρύτερο κοινωνικό περίγυρο των μαθητών τους (Lawson et al., 2019). Προτείνεται επίσης από ερευνητές, στο πλαίσιο μαθημάτων Διδακτικής των ΦΕ, η ενσωμάτωση βασικών εννοιών της Τεχνολογίας, η επεξήγηση των στόχων των ΑΠΣ που αφορούν την Τεχνολογία καθώς και τρόπων διδασκαλίας της Τεχνολογίας στην τάξη (Lawson et al., 2019). Η παρούσα έρευνα είναι μέρος ευρύτερης έρευνας που εστιάζει στον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, κατά τον προπτυχιακό κύκλο των σπουδών τους.

Συνδυάζει την εισαγωγή της Ιστορίας της Τεχνολογίας με χρήση αυθεντικού ιστορικού υλικού και συγκεκριμένα των χειρογράφων του Λεονάρντο ντα Βίντσι και την αφήγηση ιστοριών (storytelling) ως διδακτικό εργαλείο. Ένα από τα βασικά πλεονέκτημα της εισαγωγής της Ιστορίας είναι ότι πλαισιώνει τη διδασκαλία (in context teaching) (Kipnis, 1996; McComas, 2011), βοηθώντας στη δημιουργία αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων (Stinner & Williams, 1993), τόσο για την κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου όσο και για την κατανόηση διαδικαστικών και αξιακών όψεων της επιστήμης (Clough, 2006). Ένας προτεινόμενος τρόπος εισαγωγής της Ιστορίας της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στη διδασκαλία είναι μέσω της χρήσης πρωτότυπου ιστορικού υλικού. Ο συγκεκριμένος τρόπος προτείνεται από πολλούς ερευνητές ωστόσο επισημαίνεται ότι δεν υπάρχει πάντα πληθώρα κατάλληλου υλικού και συχνά απαιτείται οι μαθητές να γνωρίζουν αρκετά για το υλικό πριν το χειριστούν (Kubli, 1999). Τα χειρόγραφα του Λεονάρντο ντα Βίντσι που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία ως κατάλληλα για την εισαγωγή βασικών εννοιών ΦΕ και Τεχνολογίας, ανήκουν στο πρωτότυπο ιστορικό υλικό που παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες καθώς είναι τα προσωπικά του σημειωματάρια και ως τέτοια έχουν ετερόκλητο περιεχόμενο με παρατηρήσεις, σχέδια, σκέψεις μέχρι λίστες με χρηστικά αντικείμενα και οικονομικούς υπολογισμούς (Moon, 2007; Nicholl, 2005). Για την αποφυγή των παραπάνω δυσκολιών επιλέχθηκε η χρήση του διδακτικού εργαλείου της αφήγησης ιστοριών ώστε τα χειρόγραφα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς προσαρμογές οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε παρανοήσεις, καθιστώντας το ιστορικό υλικό λειτουργικό. Με βάση τα παραπάνω, στην εργασία αυτή διερευνάται το αν και κατά πόσο μπορούν να διδαχθούν με ενιαίο τρόπο στο πλαίσιο μιας διδακτικής παρέμβασης, που αναφέρεται στις Φυσικές Επιστήμες ταυτόχρονα βασικές έννοιες των ΦΕ και της Τεχνολογίας. Επιλέγοντας ως παράδειγμα την γνωστική περιοχή που αναφέρεται στους μοχλούς το ερώτημά μας αναλύεται περαιτέρω ως ακολούθως: Κατά πόσο μπορούν να κατανοηθούν βασικές έννοιες των τριών ειδών των μοχλών από πλευράς ΦΕ και Τεχνολογίας με την αξιοποίηση της Ιστορίας της Τεχνολογίας και της αφήγησης;

2. Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διερευνητική (inquiry-based) διδακτική παρέμβαση σε τεταρτοετείς φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ). Η πιλοτική και η κύρια έρευνα πραγματοποιήθηκαν σε χρονικό διάστημα εννιά εβδομάδων. Στην κύρια φάση της έρευνας συμμετείχαν συνολικά 48 άτομα στην πειραματική και 49 στην ομάδα ελέγχου. Η διδακτική παρέμβαση ολοκληρώθηκε σε τρία δίωρα. Το ερευνητικό εργαλείο ήταν το ερωτηματολόγιο και ήταν ίδιο, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ζητήματα εγκυρότητας ελήφθησαν υπόψη από τους ερευνητές. Σχεδιάστηκαν φύλλα εργασίας (Εικ. 1) και παρουσιάσεις (power point, Εικ. 2) που δόθηκαν κατά την διδακτική παρέμβαση στους φοιτητές. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποσοτικές και ποιοτικές μέθοδοι και για τον στατιστικό έλεγχο σημαντικότητας των αποτελεσμάτων έγινε χρήση του κριτηρίου χ^2 (chi-square) και του ακριβούς ελέγχου Fisher (Howitt & Cramer, 2017).

3. Αποτελέσματα

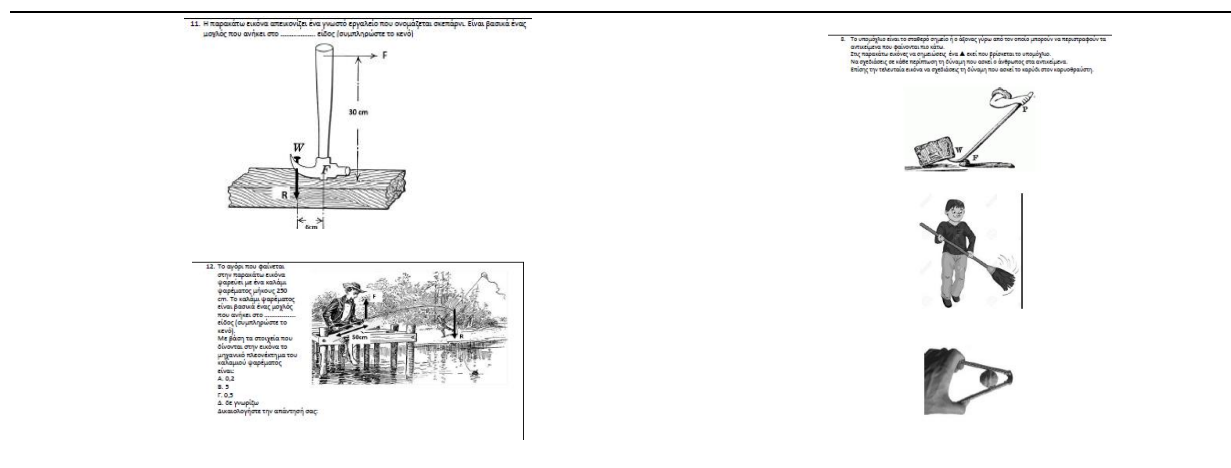
Τα αποτελέσματα ήταν στατιστικά σημαντικά σε ό,τι αφορά την κατανόηση της έννοιας της δύναμης και συγκεκριμένα των διανυσματικών χαρακτηριστικών της ($\chi^2(2)=13.379$, $p=.001$), της έννοιας του μοχλού ($\chi^2(2)=6.276$, $p=.013$), της αναγνώρισης των βασικών χαρακτηριστικών των μοχλών και της αναγνώρισης του είδους τους (1^ο είδος μοχλών $\chi^2(1)=4.166$, $p=.041$, 2^ο είδος μοχλών $\chi^2(1)=11.262$, $p=.001$ και 3^ο είδος μοχλών

$\chi^2(1)=10.732$, $p= .001$, Εικ. 3). Στο μοναδικό υψηλής δυσκολίας έργο γνωστικού περιεχομένου που αφορά τη σωστή εφαρμογή του μηχανικού πλεονεκτήματος ενός μοχλού τρίτου είδους μέσω της εύρεσης των κατάλληλων πληροφοριών για την εφαρμογή του και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, αν και η πειραματική ομάδα έδωσε περισσότερες σωστές απαντήσεις (12,5%) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (4,1%), η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

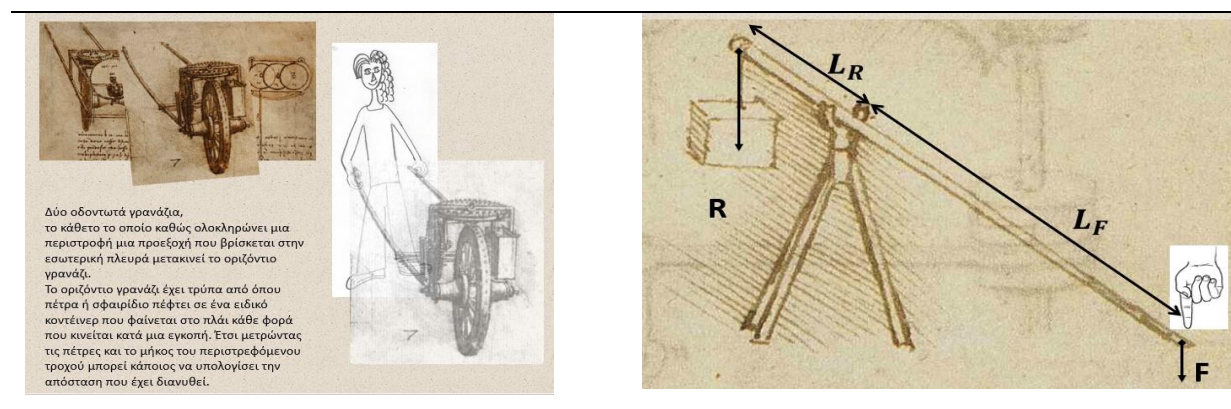
4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα, στα πλαίσια της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης των υποψηφίων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, εστιάζει στη διερεύνηση της κατανόησης βασικών εννοιών από τις ΦΕ και την Τεχνολογία. Με βάση τα αποτελέσματα, στατιστικά σημαντική βελτίωση υπάρχει στις απαντήσεις των φοιτητών που αφορούν βασικές έννοιες ΦΕ και Τεχνολογίας, που εισάγονται ταυτόχρονα μέσω διδακτικής παρέμβασης με βάση την Ιστορία της Τεχνολογίας και της αφήγησης ιστοριών ως διδακτικού εργαλείου. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την πρόταση για εφαρμογή ανάλογων διδακτικών παρεμβάσεων και σε άλλες βασικές διεπιστημονικές έννοιες όπως αυτές της ενέργειας και του έργου. Προτείνεται επίσης η επέκταση της έρευνας και σε άλλες απλές μηχανές καθώς και διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες όπως σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

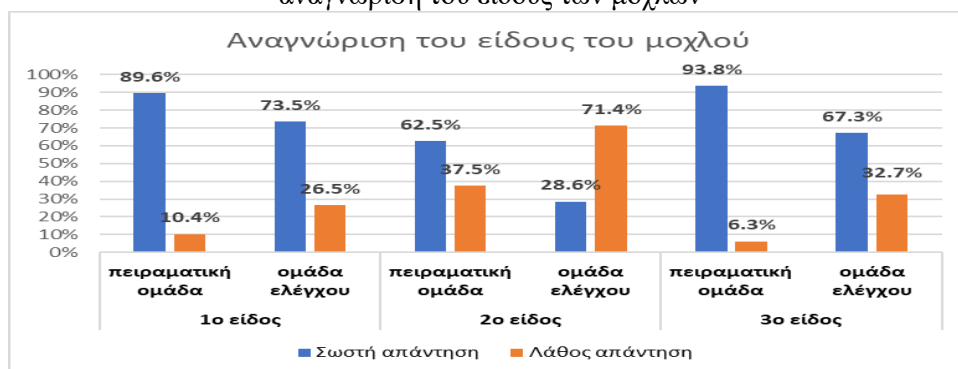
Εικόνα 1: Ενδεικτικές εικόνες του ερωτηματολογίου



Εικόνα 2: Ενδεικτικές εικόνες από τις παρουσιάσεις (PowerPoint)



Εικόνα 3: Ραβδογράμματα των απαντήσεων της πειραματικής και ομάδας ελέγχου για την αναγνώριση του είδους των μοχλών



5. Βιβλιογραφία

Clough, M. P. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>

European Commission. (2014). *The future of Europe is science a report of the President's Science and Technology Advisory Council (STAC)*. Publications Office.

Howitt, D., & Cramer, D. (2017). *Understanding statistics in psychology with SPSS* (7th ed.). Pearson.

Hsu, M.-C., Purzer, S., & Cardella, M. E. (2011). Elementary Teachers' Views about Teaching Design, Engineering, and Technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 31–39. <https://doi.org/10.5703/1288284314639>

Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' science beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education*, 26(3), 247–271. <https://doi.org/10.1080/10476210.2014.996743>

Kipnis, N. (1996). The 'Historical-investigative' approach to teaching science. *Science & Education*, 5(3), 277–292. <https://doi.org/10.1007/BF00414317>

Kubli, F. (1999). Historical Aspects in Physics Teaching: Using Galileo's Work in a New Swiss Project. *Science Education*, 8(2), 137–150. <https://doi.org/10.1023/A:1008613706212>

Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., Carrier, S. J., L. Strnad, R., & Seekamp, E. (2019). Children can foster climate change concern among their parents. *Nature Climate Change*, 9(6), 458–462. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0463-3>

McComas, W. F. (2011). The History of Science and the Future of Science Education. In P. V. Kokkotas, K. S. Malamitsa, & A. A. Rizaki (Eds.), *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* (pp. 37–53). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-349-5_3

Moon, F. C. (2007). *The machines of Leonardo da Vinci and Franz Reuleaux: Kinematics of Machines from the Renaissance to the 20th Century*. Springer.

NGSS Lead States (Ed.). (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. National Academies Press.

Nicholl, C. (2005). *Leonardo da Vinci: Flights of the mind*. Penguin.

Rohaan, E. J., Taconis, R., & Jochems, W. M. G. (2008). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s10798-008-9055-7>

Stinner, A., & Williams, H. (1993). Conceptual change, history, and science stories. *Interchange*, 24(1–2), 87–103. <https://doi.org/10.1007/BF01447342>