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

Διδασκαλία στοιχείων νανοκλίμακας μέσω ψηφιακών τεχνολογιών: Πειραματική έρευνα σε παιδιά πρώιμης ηλικίας

Πανδώρα Δορούκα, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

doi: 10.12681/codiste.5408

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΝΑΝΟΚΛΙΜΑΚΑΣ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΩΙΜΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Πανδώρα Δορούκα[1] , Μιχαήλ Καλογιαννάκης[2]

[1]Εκπαιδευτικός Α/θμιας Εκπ/σης, Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΠΕ ΠΚ, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΕΑ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

pdorouka@edc.uoc.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη σύγκριση του αντίκτυπου και της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας που αξιοποιεί υπολογιστές και έξυπνες φορητές συσκευές σε σχέση με την εναλλακτική βιωματική διδασκαλία σε μικρά παιδιά στον διεπιστημονικό τομέα της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (ΝΕΤ). *Χρησιμοποιώντας εφαρμογές λογισμικού με τη μορφή ψηφιακών παιχνιδιών, το πλαίσιο αυτής της έρευνας είναι η έκθεση ομάδων μικρών παιδιών σε στοιχεία εννοιών της ΝΕΤ και η εξέταση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η έρευνα τριών σταδίων είχε ως στόχο να μετρήσει την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών ψηφιακών τεχνολογιών (υπολογιστές και tablets) στην κατανόηση στοιχείων εννοιών της ΝΕΤ από τα παιδιά. Εκατόν πενήντα παιδιά Β' τάξης χωρίστηκαν σε δύο πειραματικές ομάδες και μια ομάδα ελέγχου. Το ΤΕστ Αξιολόγησης Γνώσεων Στοιχειώδους ΝΑΝΟτεχνολογίας (ΤΕΝΑΝΟ) αξιολόγησε τις γνώσεις των παιδιών σχετικά με στοιχεία της έννοιας του μεγέθους. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι δύο πειραματικές ομάδες υπερέβησαν σημαντικά την ομάδα ελέγχου μετά το τεστ, με κυρίαρχη την ομάδα των ταμπλετών.*

Λέξεις κλειδιά: φορητή μάθηση, νανοτεχνολογία, πρώιμη παιδική ηλικία

TEACHING NANOSCALE ELEMENTS THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES: EXPERIMENTAL RESEARCH IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION

Pandora Dorouka[1] and Michael Kalogiannakis[2]

[1]Teacher of Primary Education, PhD (Candidate), [2]Associate Professor, PTEA University of Thessaly

pdorouka@edc.uoc.gr

ABSTRACT

This paper focuses on comparing the impact and effectiveness of alternative experiential teaching on early-primary school children in the interdisciplinary field of NST against its more contemporary alternatives that employ computers and smart mobile devices. Using software applications in the form of digital games, the context of this research is to expose groups of young children to elements of NST concepts and examine the

learning outcomes. The three-step research aimed to measure the effectiveness of two different digital technologies (computers and tablets) at an introductory level on children's understanding of Nanotechnology concepts. One hundred fifty second-grade children were divided into two experimental and a control group. The Nanotechnology Elementary Knowledge Assessment Test (TENANO) assessed children's knowledge about size. The findings revealed that the two experimental groups significantly outperformed the post-test control group, with the dominant tablet group.

Keywords: mobile learning; nanotechnology; early childhood

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η Νανοεπιστήμη και Νανοτεχνολογία (NET) αποτελεί ένα πλεονεκτικό πλαίσιο για τη βελτίωση των γνώσεων των παιδιών που σχετίζονται με την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (Blonder & Sakhnini, 2012˙ Mandrikas et al., 2019). Τα χαρακτηριστικά που καθιστούν τις έξυπνες φορητές συσκευές, όπως οι ταμπλέτες, δυνητικά ιδανικά εργαλεία για τη διδασκαλία της NET είναι η ευκολία χρήσης, η ταχύτητα, η ευελιξία όσον αφορά τον τόπο όπου λαμβάνει χώρα η μαθησιακή διαδικασία, η δυνατότητα άμεσης πληροφόρησης και ανατροφοδότησης και η δυνατότητα αναπαράστασης (Dorouka et al., 2020a˙ 2021b). Παρόλο που υπάρχουν εφαρμογές για φορητές συσκευές που παρακινούν την εμπλοκή των μικρών παιδιών σε διεπιστημονικές δραστηριότητες, είναι εξαιρετικά περιορισμένες (Dorouka et al., 2021a˙ 2020b).

Για τη διδασκαλία του μεγέθους και της κλίμακας, της πρώτης Μεγάλης Ιδέας (MI) της N-ET εντοπίζονται στη βιβλιογραφία συγκεκριμένες προτάσεις (Stavrou et al., 2018) . Οι προτάσεις αυτές συμφωνούν στο ότι η εννοιολογική κατανόηση του Μεγέθους και της Κλίμακας περιλαμβάνει τέσσερις γνωστικές διαδικασίες: γενίκευση (generalization), διάκριση (discrimination), λογική αναλογική σκέψη (logical proportional reasoning), και απόδοση του απόλυτου μεγέθους (absolute size). Διευκρινίζεται ότι το μέγεθος και η κλίμακα σχετίζονται μεταξύ τους, όμως το μέγεθος αναφέρεται στην ποιοτική ιδιότητα ενός αντικειμένου. Αφορά το φυσικό μέγεθος, την έκταση ενός αντικειμένου, που μπορεί να συμβάλλει στην περιγραφή των χαρακτηριστικών του. Η κλίμακα αναφέρεται στην ποσοτική ιδιότητα ενός αντικειμένου, που χαρακτηρίζεται από τις μονάδες μέτρησης (Peikos et al., 2020).

Η προσέγγιση αυτής της MI προτείνεται στο πλαίσιο μιας υποστηρικτικής διδασκαλίας που ξεκινά με την ποιοτική διάσταση και εξελίσσεται προς την ποσοτική. Η ποιοτική διάσταση περιλαμβάνει την ικανότητα οι μαθητές να ταξινομούν αντικείμενα στους κόσμους (μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος) με βάση ποιοτικά κριτήρια και να σειροθετούν αντικείμενα, για παράδειγμα από το μικρότερο προς το μεγαλύτερο, επίσης με ποιοτικά κριτήρια. Επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη ποιοτικών αναλογικών συλλογισμών. Όσον αφορά την ποσοτική διάσταση οι μαθητές εισάγονται σε ποσοτικούς αναλογικούς συλλογισμούς, καθώς και σε μαθηματικούς συλλογισμούς που περιλαμβάνουν το απόλυτο μέγεθος των αντικειμένων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι στο δημοτικό σχολείο η προσέγγιση των ΦΕ είναι κυρίως ποιοτική (Peikos et al., 2022) αποφασίστηκε από τη MI Μέγεθος και Κλίμακα να προσεγγιστεί μόνο το Μέγεθος. Ειδικότερα από τα τρία ποιοτικά επίπεδα κατανόησης του μεγέθους επιλέξαμε την σειροθέτηση και την ομαδοποίηση, με βάση την επιτέλεση των σκοπών της παρούσας έρευνας που υλοποιείται στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Οι ερευνητικές υποθέσεις διατυπώνονται ως εξής:

1. Οι νέες τεχνολογίες (ταμπλέτες) είναι πιο κατάλληλες αναπτυξιακά σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας από τις παραδοσιακές (υπολογιστές) για την κατανόηση στοιχείων εννοιών NET.

2. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας, ακόμη και μετά τον έλεγχο του φύλου των παιδιών, του επιπέδου της μη λεκτικής νοητικής ικανότητας και του αρχικού επιπέδου νανο-εγγραμματισμού τους.

Πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση σε 150 παιδιά της Β' τάξης Δημοτικού για μία εβδομάδα. Δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες οι οποίες προσέγγισαν θεμελιώδη στοιχεία εννοιών NET, η ομάδα με εναλλακτική βιωματική διδασκαλία (ομάδα ελέγχου), η πρώτη πειραματική ομάδα με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μέσω υπολογιστή και η δεύτερη πειραματική ομάδα με τη χρήση του ίδιου εκπαιδευτικού λογισμικού που εκτελείται σε έξυπνες φορητές συσκευές. Πριν και μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων, εξετάστηκαν και οι τρεις ομάδες για να διαπιστωθεί αν υπήρχαν διαφορές στο επίπεδο του νανο-γραμματισμού των παιδιών. Συγκεκριμένα, κάθε ομάδα πέρασε από τρεις φάσεις. Η πρώτη και η τρίτη φάση περιλάμβαναν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με τις ίδιες ερωτήσεις για κάθε παιδί, ενώ την δεύτερη φάση αποτελούσε η διδασκαλία στοιχείων NET. Στο πλαίσιο της συνέντευξης, τα παιδιά έλαβαν ένα κατάλληλα σχεδιασμένο τεστ (TENANO) που μετρούσε τις γνώσεις τους σχετικά με τη σύγκριση, την σειροθέτηση και την ομαδοποίηση στοιχείων μακρο/μικρο/νανο-κόσμου και δημιουργήθηκε βάσει της βιβλιογραφίας (Delgato et al., 2015).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος x^2 για τον έλεγχο της ισοδυναμίας των φύλων μεταξύ των τριών ομάδων. Δεν διαπιστώθηκε διαφορά σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μεταξύ του αριθμού των αγοριών και των κοριτσιών, $x^2(2) = 0,30$, $p > 0,05$. Προκειμένου να ανακαλυφθούν οι διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά το επίπεδο της μη λεκτικής νοητικής ικανότητάς τους και το αρχικό επίπεδο νανο-εγγραμματισμού τους, διενεργήθηκε ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πειραματικές ομάδες και η ομάδα ελέγχου δεν διέφεραν ως προς το επίπεδο μη λεκτικής νοητικής ικανότητας ($F(2, 149) = 2,62$, $p > 0,05$) ή ως προς τις βαθμολογίες στο TENANO πριν από την παρέμβαση ($F(2, 149) = 1,62$, $p > 0,05$), σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Επιπλέον, η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA) έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής (τεχνική διδασκαλίας) στην επίδοση των παιδιών στο TENANO μετά τη διδακτική παρέμβαση βρέθηκε στατιστικά σημαντική ($F(2, 149) = 299,74$, $p < 0,001$). Τόσο η πειραματική ομάδα όσο και η ομάδα ελέγχου αύξησαν τις επιδόσεις των παιδιών στον TENANO μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής παρέμβασης. Οι μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών της δεύτερης πειραματικής ομάδας (ταμπλέτες) ήταν σημαντικά καλύτερες από εκείνες της πρώτης πειραματικής ομάδας (υπολογιστές) και των μαθητών της ομάδας ελέγχου (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (sd) του τεστ TENANO μετά τη διδακτική παρέμβαση ανά ομάδα και αποτελέσματα της ανάλυσης A N O V A

	Στοιχεία μετελέγχου για το νανο-εγγγραματισμό - TENANO				
	1. Πιο μικρό στοιχείο	**2. Σειροθέτηση**	**3. Ομαδοποίηση**	**4.Εξήγηση ίωσης**	**TOTAL SCORE**
	M (SD)	**M (SD)**	**M (SD)**	**M (SD)**	**M (SD)**
Πειραματική Ομάδα 1 (PC)	1.96(.20)	2.67(.62)	1.24 (.59)	1.78 (.55)	7.65 (1.18)
Πειραματική Ομάδα (tablets)	1.87(.39)	2.83(.51)	1.90 (.35)	1.88 (.42)	8.48(0.89)
Ομάδα Ελέγχου	.94(.94)	.45(1.04)	.29 (.45)	.51 (.82)	2.18(1.92)
ANOVA	$F(2, 149) = 43.71$, $p < .05$	$F(2, 149) = 153.08$ $p < .05$	$F(2, 149) = 145.72$ $p < .05$	$F(2, 149) = 75.90$, $p < .05$	$F(2, 149) = 299.74$, $p < .05$

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μελέτη αποτελεί μέρος διδακτορικής έρευνας σχετικά με τις επιδράσεις των διαφόρων μορφών ψηφιακής τεχνολογίας στην κατανόηση στοιχείων εννοιών NET. Από τα αποτελέσματα, το πρώτο σημαντικό εύρημα είναι ότι οι επιδόσεις της ομάδας των ταμπλετών ήταν υψηλότερες από τις επιδόσεις των ομάδων των υπολογιστών και της ελέγχου. Τα παραπάνω επιβεβαίωσαν τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών, οι οποίες συνέκριναν τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην πρώιμη παιδική ηλικία (Papadakis et al., 2016) για το γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της «3ης Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 5503).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Delgado, C., Stevens, S.Y., Shin, N. &Krajcik, J. (2015). A middle school instructional unit for size and scale contextualized in nanotechnology, *Nanotechnology Reviews*, *4*(1), 51–69. https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0023

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2021). Nanotechnology and Mobile Learning: Perspectives and Opportunities in Young Children's Education, *Int. J. Technology Enhanced Learning, 13*(3), 237-252. https://doi.10.1504/IJTEL.2021.115975

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets & apps for promoting Robotics, Mathematics, STEM Education and Literacy in Early Childhood Education, *International Journal of Mobile Learning and Organisation (IJMLO)*, *14*(2), 255-274. https://doi.10.1504/IJMLO.2020.10026334.

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2021). The contribution of the health crisis to young children's nano-literacy through STEAM education, *Hellenic Journal of STEM Education*, *2*(1), 1-7. DOI: 10.51724/hjstemed.v2i1.18.

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2020). The influence of digital technology on young children's "nano-literacy". In K. Plakitsi, E. Kolokouri & A.-C. Kornelaki (Eds.), *ISCAR (International Society of Cultural-historical Activity Research) Regional Conference 'Crisis in contexts', e-proceedings*, 308-320, University of Ioannina, 19-24 March 2019.

Blonder, R., & Sakhnini, S. (2012). Teaching two basic nanotechnology concepts in secondary school by using a variety of teaching methods. *Chemistry Education Research and Practice*, *13*(4), 500-516. https://doi.org/10.1039/C2RP20026K

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Teaching nanotechnology in primary Education. *Research in Science and Technological Education*, *00*(00), 1–19. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783

Papadakis, S., Kalogiannakis, M. and Zaranis, N. (2016). Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: An attempt to improve mathematics competence in early childhood education,*Preschool and Primary Education*, *4*(2), 241–253. https://doi.org/10.12681/ppej.8779

Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size, *Research in Science & Technological Education*, *1,* 18. https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149

Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: evaluation of students' learning, *International Journal of Science Education*, *44*(12), 1932-1957. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976

Stavrou, D., Michailidi, E., and Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, *19*(4), 1065-1080. https://doi.org/10.1039/C8RP00088C