

Νανο-εγγραμματισμός στην πρώιμη παιδική ηλικία με διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές ως απόρροια της πανδημίας: Πιλοτική εφαρμογή σε παιδιά

Περίληψη

Η μελέτη αποσκοπεί στην πιλοτική αξιολόγηση της επίδρασης δύο διαφορετικών τύπων ψηφιακών τεχνολογιών (υπολογιστές και ταμπλέτες) στην κατανόηση εννοιών Νανοτεχνολογίας από μικρά παιδιά. 35 παιδιά Β' τάξης Δημοτικού χωρίστηκαν σε δύο ομάδες παρέμβασης και μια ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε 5 διδακτικές ώρες. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τη σχολική χρονιά 2020-2021 χρησιμοποιώντας μια διαδικασία έρευνας τριών βημάτων. Οι γνώσεις των παιδιών για το μέγεθος και την κλίμακα αξιολογήθηκαν με το τεστ αξιολόγησης στοιχειώδους γνώσης Νανοτεχνολογίας (TENANO). Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι δύο πειραματικές ομάδες ξεπέρασαν σημαντικά την ομάδα ελέγχου στο post-test, με την ομάδα των ταμπλετών να προηγείται.

Abstract

The study aims to measure the impact of two different digital technologies (computers and tablets) at an introductory level on young children's understanding of Nanotechnology concepts. Thirty-five second-grade children were divided into two experimental groups and a control group. The intervention took place in 5 teaching hours. Data were collected during the school year 2020-2021 using a three-step research process. Children's knowledge about size and scale was assessed with the Nanotechnology Elementary Knowledge Assessment Test (TENANO). The findings revealed that the two experimental groups significantly outperformed the post-test control group, with the tablet group being the dominant.

1. Εισαγωγή

Υπάρχουν ψηφιακές εφαρμογές που ενθαρρύνουν αποτελεσματικά τη συμμετοχή των μικρών παιδιών σε διεπιστημονικές δραστηριότητες (Aladé et. al., 2016; Rogowsky 2018; Dorouka et al., 2020a). Όπως προκύπτει από την πρόσφατη βιβλιογραφία, σε σημαντική έλλειψη βρίσκονται οι ψηφιακές εφαρμογές που ενθαρρύνουν εκπαιδευτικά την αποτελεσματική αλληλεπίδραση των παιδιών πρώιμης παιδικής ηλικίας με τη Νανοτεχνολογία, μια τεχνολογία αιχμής (Mandrikas et al., 2020)· μολονότι τα παιδιά ήδη αποτελούν τους σθεναρούς σύμμαχους στον πρωτοφανή αγώνα κατά του νέου κορωνοϊού (60-140 nm) (Dorouka et al., 2022). Η παρούσα πιλοτική πειραματική μελέτη στοχεύει να απαντήσει εάν η διδασκαλία που αφορά στην εκμάθηση της έννοιας του μεγέθους και της κλίμακας από τα μικρά παιδιά και βασίζεται στις ταμπλέτες είναι αποτελεσματικότερη από τη διδασκαλία που βασίζεται σε υπολογιστές, καθώς και από τη διδασκαλία που δεν αξιοποιεί τεχνολογίες.

2. Μεθοδολογία

Τους συμμετέχοντες της πιλοτικής πειραματικής έρευνας αποτέλεσαν 35 παιδιά Β' τάξης που φοιτούσαν σε δημόσιο δημοτικό σχολείο κατά το σχολικό έτος 2020-2021. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες (πειραματική ομάδα με Η/Υ (Π.Ο.1):12, πειραματική ομάδα με

ταμπλέτες (Π.Ο.2):12, ομάδα ελέγχου (Ο.Ε.):11). Η ερευνήτρια σε συνεργασία με 2 εκπαιδευτικούς Β' τάξης του σχολείου προέβη στην πιλοτική εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που διήρκησε 5 διδακτικές ώρες στη διάρκεια μίας εβδομάδας για κάθε ομάδα. Τα παιδιά στην Π.Ο.1 και στη Π.Ο.2 διδάχθηκαν ποιοτικά το μέγεθος και την κλίμακα με κεντρικό στοιχείο της νανοκλίμακας τον ιό, σύμφωνα με τις αρχές της κονστрукτιβιστικής μάθησης σε συνδυασμό με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού Scratch 3, το οποίο ανάλογα με την πειραματική ομάδα, «έτρεχε» είτε σε υπολογιστές, είτε σε ταμπλέτες. Σε καθεμία από τις δύο πειραματικές ομάδες, η ερευνήτρια φρόντισε να διατεθεί επαρκής αριθμός φορητών υπολογιστών και ταμπλετών. Ο πρωταρχικός στόχος ήταν τα παιδιά να εκτελούν τις δραστηριότητες ταυτόχρονα σε μικτές ομάδες φύλου και εθνικότητας με όχι περισσότερα από τρία μέλη ανά ομάδα. Κάθε συσκευή προφορτώθηκε με τις απαραίτητες εφαρμογές.

Εικόνα 1: Η κωδικοποίηση του TENANO

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ TENANO	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ
1 Ποιο είναι το πιο μικρό πράγμα που μπορείς να σκεφτείς;	Τα γράμματα του Θοδωρή	1η: Ασαφείς απαντήσεις/Απαντήσεις άγνοιας/Γενικότητες	0
	Μυρμήγκι, ψίχουλο, κόκκος από άμμο, ψείρα	2η: Οντότητα της μακρο-κλίμακας	1
	Μικρόβια, κύτταρο	3η: Οντότητα της μικρο-κλίμακας	2
	Ιός, κορονοϊός	4η: Οντότητα της νανο-κλίμακας	3
2 Βάλε σε μια σειρά αυτά που δείχνουν οι εικόνες από το πιο μεγάλο στο πιο μικρό.	άνθρωπος<μπάλα<κόκκινο κύτταρο<άσπρο κύτταρο<ιός<μυρμήγκι	1η: Οντότητες της μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας λάθος σειροθετημένες	0
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<άσπρο κύτταρο<ιός<κόκκινο κύτταρο	2η: Οντότητες της μακρο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	1
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<κόκκινο κύτταρο<άσπρο κύτταρο<ιός	3η: Οντότητες μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	2
	άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<άσπρο κύτταρο<κόκκινο κύτταρο<ιός	4η: Οντότητες της μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	3
3 Βάλε σε ομάδες τις εικόνες με τα πράγματα που μοιάζουν στο πόσο μικρά ή πόσο μεγάλα είναι. -Αν κάποιο είναι κομματάκι από κάποιο άλλο βάλε αυτά τα 2 σε 2 διαφορετικές ομάδες.	{άνθρωπος, μπάλα}, {μυρμήγκι, άσπρο κύτταρο}, {κόκκινο κύτταρο, ιός}	1η: Λάθη σε οντότητες μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας	0
	{άνθρωπος, μπάλα} {μυρμήγκι, άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο, ιός}	2η: Οντότητες της μιας κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες και λάθος ομάδες σε οντότητες των άλλων δύο κλίμακων	1
	{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {κόκκινο κύτταρο, άσπρο κύτταρο, ιός}	3η: Οντότητες μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες	2
	{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο}, {ιός}	4η: Οντότητες μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες	3
4 Δύο αδέρφια είχαν ίωση με βήχα και πυρετό και δεν πήγαν σχολείο μια εβδομάδα. Όταν γύρισαν στο σχολείο οι συμμαθητές τους ρώτησαν γιατί δεν ήρθαν σχολείο. Τι θα απαντούσες στη θέση τους;	-Δεν φόρεσα ζακέτα. -Δεν έπλυνα τα χέρια. -Αρρώστησα. -Είχα βήχα και πυρετό. -Έπαθα ίωση.	1η: Ασαφείς απαντήσεις/Απαντήσεις άγνοιας /Γενικότητες	0
	-Είχαμε πυρετό και δεν μπορούσαμε να έρθουμε για να μην σας κολλήσουμε και ένας ιός πήκε μέσα μας.	2η: Εξήγηση βασισμένη σε οντότητες της μακρο-κλίμακας	1
	-Είχαμε πυρετό και δεν μπορούσα να έρθω στο σχολείο, πήκε ο ιός μέσα μου και έκανε το ταξίδι του και κρυβόταν μέσα στα κόκκινα κύτταρα και έκανε και άλλους φίλους σαν και αυτόν, αλλά τον πολέμησαν και έγινα καλά.	3η: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας	2
	-Αρρώστησα και δεν μπορούσα να έρθω στο σχολείο, πήκε ο ιός μέσα μου και έκανε το ταξίδι του και κρυβόταν μέσα στα κόκκινα κύτταρα και έκανε και άλλους φίλους σαν και αυτόν, αλλά τον πολέμησαν και έγινα καλά.	4η: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας	3

Η ερευνήτρια και οι εκπαιδευτικοί καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης προσέφεραν υποστήριξη για τυχόν απορίες. Τα παιδιά της ομάδας με τις ταμπλέτες και της ομάδας με τους υπολογιστές αλληλοεπείδρασαν με τις ίδιες ως προς το περιεχόμενο εφαρμογές, που όμως προϋπέθεταν διαφορετικό τρόπο στον χειρισμό τους, λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη περιφερειακών συσκευών των ταμπλετών, όπως το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, αλλά και τον φυσικό τρόπο αλληλεπίδρασής τους με αυτές ακόμα και από τα μικρά παιδιά. Τα παιδιά στην ομάδα ελέγχου δεν είχαν πρόσθετη βοήθεια λογισμικού. Έλαβαν μέρος σε μια νανο-διδασκαλία, δηλαδή σε μία διδασκαλία που αφορά σε θεμελιώδεις έννοιες της N-ET, που σχεδιάστηκε με τρόπο που την καθιστά ακριβώς παρόμοια ως προς το περιεχόμενο με αυτήν των ψηφιακών εφαρμογών μέσω διαφόρων υλικών, όπως γραφική ύλη, στεφάνια ρυθμικής γυμναστικής και σχοινί.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα απαντήσεων των παιδιών στις ερωτήσεις του TENANO μετά την παρέμβαση. Οι παύλες σημαίνουν μη ενδιαφέρουσες συγκρίσεις.

TENANO	Ομάδα Διδασκαλίας	Αριθμός παιδιών	Μ.Ο. κατατάξεων	Σημαντικότητα
Ερώτηση 1 (πιο μικρό πράγμα)	Π.Ο. 1	12	12.5	U= 72.0, Z=.00, p= -
	Π.Ο. 2	12	12.5	
	Π.Ο. 1	12	14.0	U= 42.0, Z=-2.23, p= .02
	Ο.Ε.	11	9.82	
	Π.Ο. 2	12	14.0	U= 42.0, Z=-2.23, p= .02
	Ο.Ε.	11	9.82	
Ερώτηση 2 (σειροθέτηση)	Π.Ο. 1	12	11.0	U= 54.0, Z=-1.8, p= -
	Π.Ο. 2	12	14.0	
	Π.Ο. 1	12	13.67	U= 46.0, Z=-1.41, p= -
	Ο.Ε.	11	10.18	
	Π.Ο. 2	12	15.0	U= 30.0, Z=-2.88, p= .00
	Ο.Ε.	11	8.73	
Ερώτηση 3 (ομαδοποίηση)	Π.Ο. 1	12	6.5	U= .00, Z=-4.7, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.5	
	Π.Ο. 1	12	14.21	U= 39.5, Z=-2.12, p= .03
	Ο.Ε.	11	9.59	
	Π.Ο. 2	12	17.5	U= .00, Z=-4.44, p= .00
	Ο.Ε.	11	6.0	
Ερώτηση 4 (εξήγηση ίωσης)	Π.Ο. 1	12	7.0	U= 6.0, Z=-4.41, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.0	
	Π.Ο. 1	12	16.5	U= 12.0, Z=-3.8, p= .00
	Ο.Ε.	11	7.0	
	Π.Ο. 2	12	17.4	U= 1.0, Z=-4.3, p= .00
	Ο.Ε.	11	6.0	
Συνολική Επίδοση	Π.Ο. 1	12	6.50	U= .00, Z=-4.50, p= .00
	Π.Ο. 2	12	18.5	
	Π.Ο. 1	12	16.29	U= 14.5, Z=-3.32, p= .00
	Ο.Ε.	11	7.32	
	Π.Ο. 2	12	17.5	U= .00, Z=-4.3, p= .00
	Ο.Ε.	11	6.0	

2.1 Εργαλείο συλλογής δεδομένων TENANO

Για την αξιολόγηση των επιδόσεων όλων των παιδιών πριν και μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, χορηγήθηκε στα παιδιά το ΤΕστ NANOΓραμματισμού/αξιολόγησης κατανόησης εννοιών N-ET (TENANO) με τη μορφή ατομικών ημι-δομημένων συνεντεύξεων (βλ. Εικόνα 1). Ο σχεδιασμός του TENANO βασίστηκε σε προτάσεις της σχετικής βιβλιογραφίας (Peikos et. al., 2020; Delgado et al. 2015; Magana et al. 2012). Στο τεστ τα

παιδιά κλήθηκαν να συγκρίνουν, να σειροθετήσουν και να ομαδοποιήσουν οντότητες της νανο/μικρο/μακρο-κλίμακας και να εξηγήσουν τις απαντήσεις τους.

2.2 Ανάλυση δεδομένων

Οι απαντήσεις των παιδιών ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες. Κατόπιν ταξινομήθηκαν ιεραρχικά σε επίπεδα κατανόησης της έννοιας της κλίμακας από ασαφείς απαντήσεις σε πιο σχετικές με το αναμενόμενο μαθησιακά αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την απάντηση στην ερώτηση 4, η κωδικοποίηση ήταν επαγωγική, καθώς δεν ανακτήθηκαν κατηγορίες από τη βιβλιογραφία. Σχετικά με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 1, 2 και 3, η κωδικοποίηση ήταν τόσο παραγωγική όσο και επαγωγική, καθώς ανακτήθηκαν κατηγορίες από τη βιβλιογραφία που εμπλουτίστηκαν.

3. Αποτελέσματα

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis έδειξε ότι μετά την διδακτική παρέμβαση τα αποτελέσματα στο TENANO για τις τρεις ομάδες παιδιών (Π.Ο.1, n=12, Π.Ο.2, n=12, Ο.Ε., n=11) διαφέρουν σημαντικά ($\chi^2 = 29,02$, $df = 2$, $p < .05$, δίπλευρος έλεγχος). Η Π.Ο.2 σημείωσε την υψηλότερη διάμεση βαθμολογία ($Md=29,50$) στο TENANO μετά την παρέμβαση. Περαιτέρω μη παραμετρικοί έλεγχοι U των Mann-Whitney (βλ. Πίνακα 1) αποκάλυψαν στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση στην επίδοση των παιδιών στο TENANO της Π.Ο.1 ($Md= 6.50$, n=12) και Π.Ο.2 ($Md=18.50$, n=12, $U=.00$, $z=-4.504$), $p < .05$.

4. Συμπεράσματα

Η διδακτική παρέμβαση που βασίζεται σε ταμπλέτες και ηλεκτρονικούς υπολογιστές φαίνεται ότι βελτιώνει τις επιδόσεις των παιδιών στο TENANO συγκριτικά με αυτήν που δεν αξιοποιεί τις τεχνολογίες, με την ομάδα των ταμπλετών να προηγείται, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα που παρουσιάζει ο Πίνακας 1. Όπως αξιολογήθηκε λοιπόν μέσα από το TENANO η στοιχειώδης γνώση των παιδιών σε βασικά στοιχεία εννοιών N-ET μετά την αλληλεπίδρασή τους με τις κατάλληλα σχεδιασμένες διεπιστημονικές ψηφιακές εφαρμογές παιγνιώδους μορφής (Kalogiannakis et al., 2021; Papadakis et al., 2016; Aladé et al., 2016), παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν ποιοτικά το μέγεθος και την κλίμακα (Delgado et al., 2015; Dorouka et al., 2021), την πρώτη μεγάλη ιδέα της N-ET (Stevens et al., 2009), του κατ' εξοχήν διεπιστημονικού πεδίου γνώσης (Dorouka et al., 2020b).

5. Βιβλιογραφία

Aladé, F., Lauricella, A.R., Beaudoin-Ryan, L. & Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: touchscreen technology and preschoolers' STEM learning, *Computers in Human Behavior*, 62, 433–441.

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.

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2022). The contribution of the health crisis to young children's nano-literacy through STEAM education, *Hellenic Journal of STEM Education*, (under review).

Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2021). Nano-technology and Mobile Learning: Perspectives and Opportunities in Young Children's Education, *Int. J. Technology Enhanced Learning*, 13(3), 237-252.

- Dorouka, P., Papadakis, S. & Kalogiannakis, M. (2020a). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education, *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255–274.
- Dorouka, P., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2020b). 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.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22.
- Magana, A. J., Brophy, S. P., & Bryan, L. A. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition (FS2C), *International Journal of Science Education*, 34(14), 2181-2203.
- Mandrikas, A., Michailidi, E. & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education, *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & 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.
- 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.
- Rogowsky, B.A., Terwilliger, C.C., Young, C.A. & Kribbs, E.E. (2018). Playful learning with technology: the effect of computer-assisted instruction on literacy and numeracy skills of preschoolers, *International Journal of Play*, 7(1), 60–80.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.