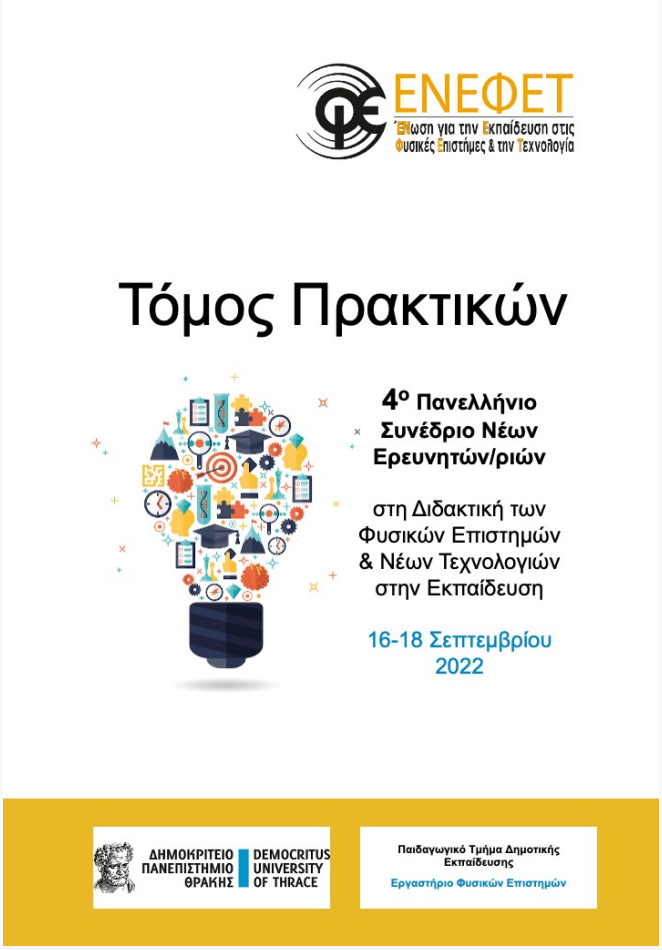
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Η Συμβολή της Φορητής Μάθησης και της Παιχνιδοποίησης στον Νανο-εγγραμματισμό Παιδιών Πρώιμης Ηλικίας

Πανδώρα Δορούκα, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

doi: 10.12681/nrcodiste.5958

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 27/02/2026 00:32:01

Η Συμβολή της Φορητής Μάθησης και της Παιχνιδοποίησης στον Νανο-εγγραμματισμό Παιδιών Πρώιμης Ηλικίας

Πανδώρα Δορούκα[1], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[2]
[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η εργασία επικεντρώνεται στη νανο-διδασκαλία που απευθύνθηκε σε μικρά παιδιά, βασίστηκε σε ψηφιακές συσκευές και αξιοποίησε μηχανισμούς παιχνιδοποίησης. Τα παιδιά κατανόησαν ποιοτικά το μέγεθος με αφορμή την υγειονομική κρίση. Σκοπός ήταν ο συνδυασμός της τεχνικής διδασκαλίας που αξιοποιεί ταμπλέτες και Η/Υ με την παιχνιδοποίηση, ώστε να προσελκύσει περισσότερο τα παιδιά προκειμένου να εισαχθούν στο νανο-εγγραμματισμό. Μέσω μιας οιονεί πειραματικής ερευνητικής μεθόδου, 150 μαθητές Β' τάξης δημοτικών του Ηρακλείου χωρίστηκαν στην 1η πειραματική ομάδα με Η/Υ, την 2η πειραματική ομάδα με ταμπλέτες και την ομάδα ελέγχου για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα μάθησης εννοιών νανοτεχνολογίας με ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις.

Abstract

The paper focuses on nano-teaching aimed at young children, that was based on digital devices and employed gamification mechanisms. Children gained a qualitative understanding of size, a concept that was motivated by the health crisis. The goal was to combine teaching methodologies that utilize tablets and desktop computers with an array of gamification concepts in order to engage children and introduce them to nano-literacy. Through a quasi-experimental research method, 150 second grade primary school students of Heraklion were divided into the 1st experimental group with PCs, the 2nd experimental group with tablets and the control group in order to investigate the effectiveness of learning nanotechnology concepts through individual semi-structured interviews.

Λέξεις κλειδιά: ιός, νανοτεχνολογία, πρώιμη παιδική ηλικία, φορητή μάθηση, ψηφιακές εφαρμογές

Key words: virus, nanotechnology, early childhood, mobile learning, digital applications

1. Εισαγωγή

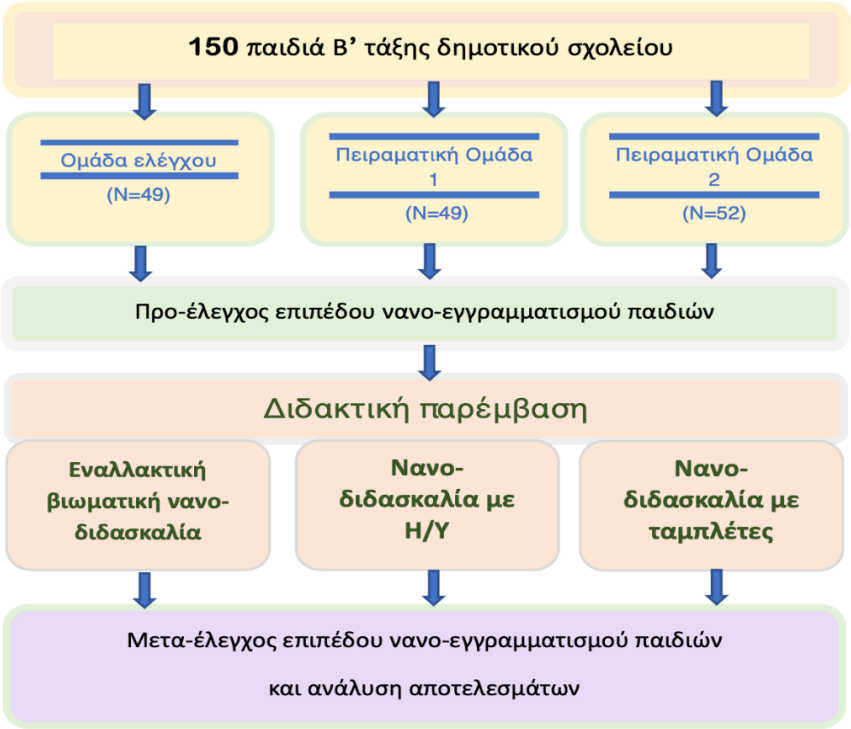
Με την πρόοδο της τεχνολογίας και τις σύγχρονες εξελίξεις, οι φορητές συσκευές έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής μας ζωής. Ερευνητές, εκπαιδευτικοί και γονείς δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην ψηφιακή εκπαίδευση των παιδιών. Οι βασικοί παράγοντες για την ψηφιακή μάθηση περιλαμβάνουν το περιεχόμενο, τις μεθόδους και τις τεχνικές για τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών, οι οποίες καθιστούν το περιεχόμενο πιο ενδιαφέρον και ελκυστικό. Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία (Dorouka et al., 2021a˙ Kalogiannakis et al., 2021) σε ένα πλαίσιο σύγκρισης με τις ευκαιρίες μάθησης που παρέχουν στα μικρά παιδιά οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας. Εξαιτίας των ριζικών αλλαγών που έχουν συντελεστεί σε στοιχεία της μορφής των τεχνολογιών (Dorouka et al., 2020), πολλοί ερευνητές έχουν προχωρήσει σε ονομαστικό διαχωρισμό, κάνοντας λόγο για παλιές (για παράδειγμα επιτραπέζιοι υπολογιστές) και νέες τεχνολογίες (για παράδειγμα ταμπλέτες (Dorouka et al., 2021a˙2021b˙ Kanaki et al., 2022˙ Kanaki & Kalogiannakis, 2023a).

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών προσφέρει νέες ευκαιρίες στα παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας για την αποτελεσματική ενασχόλησή τους με μαθηματικές έννοιες (Papadakis et al., 2016). Στην έρευνά τους οι Rogowsky et al. (2018) χρησιμοποίησαν τις ταμπλέτες για να ελέγξουν πώς αυτές επιδρούν στην ανάπτυξη της αριθμητικής ικανότητας

παιδιών προσχολικής ηλικίας λόγω της ευκολίας χρήσης τους, σε αντίθεση με το ποντίκι και το πληκτρολόγιο που χρησιμοποιούμε στους κλασικούς υπολογιστές και τα οποία δημιουργούν προβλήματα συντονισμού χεριών-ματιών στα μικρά παιδιά. Επίσης, οι Papadakis et al. (2016) διερεύνησαν την επίδραση των νέων και των παραδοσιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των Μαθηματικών, και διαπίστωσαν τη μοναδικότητα των χαρακτηριστικών των νέων ψηφιακών συσκευών τύπου ταμπλέτας που τις καθιστά αναπτυξιακά καταλληλότερες και μαθησιακά αποτελεσματικότερες για τα μικρά παιδιά σε σχέση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτών των συσκευών στο πλαίσιο της αξιοποίησής τους από τα μικρά παιδιά είναι τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους, όπως το μέγεθος, η φορητότητα και η έλλειψη περιφερειακών συσκευών, που εκτός από αναπτυξιακά κατάλληλες, τις καθιστούν και ιδιαίτερα ελκυστικές για τα μικρά παιδιά (Kalogiannakis & Papadakis, 2020).

Όμως, υπάρχουν τομείς γνώσης στους οποίους δεν έχει ακόμη διερευνηθεί ο αντίκτυπος των ψηφιακών τεχνολογιών στα μικρά παιδιά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της N-ET (Dorouka et al., 2021b). Η N-ET είναι ένα νέο επιστημονικό πεδίο έρευνας που έχει αναπτυχθεί ραγδαία σε ολόκληρο τον κόσμο τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Συνδυάζει γνώσεις από τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική, την Τέχνη και τα Μαθηματικά. Είναι ένας σημαντικός τομέας ανάπτυξης (Mandrikas et al., 2021), καθώς η ύλη σε αυτή την κλίμακα μεγέθους εμφανίζει ιδιότητες με σπουδαίες δυνατότητες που μπορεί να φέρουν επανάσταση σε διάφορους τομείς όπως η ενέργεια, το περιβάλλον και η ιατρική (Dorouka et al., 2021b).

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι η N-ET αφορά σε στοιχεία που δεν μπορούν να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι (Mandrikas et al., 2021), αναμφίβολα η κατανόησή τους από τα μικρά παιδιά απαιτεί κατάλληλους τρόπους διδασκαλίας. Αυτές οι ξεχωριστές πτυχές της N-ET ευθυγραμμίζονται καλά με τις δυνατότητες των έξυπνων φορητών συσκευών, το βασικό χαρακτηριστικό των οποίων είναι η ικανότητά τους να εμφανίζουν διαδραστικές και τρισδιάστατες προσομοιώσεις. Μέσω της οπτικοποίησης, τα παιδιά μπορούν εύκολα να αντιληφθούν τη σχετική διαφορά διαφορετικών αντικειμένων στο μέγεθος (Delgado et al., 2015˙ Dorouka et al., 2020).



Εικόνα 1: Η διαδικασία της πειραματικής έρευνας που σχεδιάστηκε

Ανεξάρτητα όμως από το περιεχόμενο μάθησης, το να έχει κανείς κίνητρα στη μάθηση συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την αποτελεσματικότητα της μάθησης. Ένα ισχυρό κίνητρο επιτρέπει στα παιδιά να επικεντρώνονται σε εργασίες για μεγάλο χρονικό διάστημα και να βυθίζονται εύκολα στη ροή της εμπειρίας. Ένας από τους λόγους για τους οποίους η παιχνιδοποίηση έχει γίνει δημοφιλής είναι ότι τα παιχνίδια θεωρούνται ως κίνητρα. Η παιχνιδοποίηση μπορεί να απεικονίσει τους στόχους και τη σημασία τους, να ωθήσει τους χρήστες μέσα από καθοδηγούμενα μονοπάτια, να δώσει άμεση ανατροφοδότηση, να ενισχύσει την απόδοση και να απλοποιήσει το περιεχόμενο σε διαχειρίσιμα καθήκοντα. Επιπλέον, μηχανισμοί της παιχνιδοποίησης επιτρέπουν στους χρήστες να επιλέγουν μεταξύ διαφορετικών μονοπατιών προόδου, να υποστηρίζουν ο ένας τον άλλον και να εργάζονται για ένα κοινό στόχο, ενώ το σύστημα μπορεί να προσαρμόζει την πολυπλοκότητα στις ικανότητες του εκάστοτε χρήστη (Kalogiannakis et al., 2021).

2. Μεθοδολογία

Αξιοποιώντας ψηφιακές εφαρμογές που τρέχουν σε ταμπλέτες και σε Η/Υ και βασίζονται στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch 3, εισήχθησαν βασικά στοιχεία εννοιών Ν-ΕΤ σε 150 παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας που φοιτούσαν στη Β' τάξη δημόσιων δημοτικών σχολείων της πόλης του Ηρακλείου Κρήτης κατά το σχολικό έτος 2021-2022 (Kanaki & Kalogiannakis, 2023b). Σχεδιάστηκε η κάθε ομάδα να έχει περίπου 50 παιδιά (βλ. Εικόνα 1). Πιο συγκεκριμένα, η έρευνά μας εξέτασε και συνέκρινε τα αποτελέσματα της νανο-διδασκαλίας που χρησιμοποίησε αναπτυξιακά κατάλληλες εκπαιδευτικές εφαρμογές που απηχούσαν στους μηχανισμούς της παιχνιδοποίησης (βλ. Εικόνα 2) και εκτελούνταν σε Η/Υ και σε έξυπνες φορητές συσκευές σε σχέση με την εναλλακτική βιωματική νανο-διδασκαλία για την εισαγωγή των μικρών παιδιών στην ποιοτική κατανόηση του μεγέθους.

Εικόνα 2: Στοιχεία και μηχανισμοί της παιχνιδοποίησης στις νανο-εφαρμογές της Π.Ο.1 και Π.Ο.2

Για τη διεξαγωγή της έρευνας τηρήθηκαν όλοι οι κανόνες δεοντολογίας της έρευνας (Petousi & Sifaki, 2020). Οι ερευνητικές υποθέσεις διαμορφώθηκαν ως εξής:

1η ερευνητική υπόθεση: Η τεχνική διδασκαλίας που βασίζεται σε ταμπλέτες για την κατανόηση στοιχείων Ν-ΕΤ από τα μικρά παιδιά και η τεχνική διδασκαλίας που βασίζεται σε Η/Υ είναι πιο αποτελεσματικές από την αντίστοιχη τεχνική διδασκαλίας που δεν αξιοποιεί καθόλου τεχνολογίες, με την πρώτη τεχνική να προηγείται.

2η ερευνητική υπόθεση:

i. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του φύλου των παιδιών.

ii. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο της εθνικότητας των παιδιών.

iii. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του επιπέδου της μη λεκτικής νοητικής ικανότητας των παιδιών.

iv. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του αρχικού επιπέδου νανο-εγγραμματισμού των παιδιών.

Για την διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων πραγματοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση στη διάρκεια μιας εβδομάδας. Ειδικότερα, δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες οι οποίες προσέγγισαν θεμελιώδη στοιχεία της Ν-ΕΤ. Η ομάδα με την εναλλακτική βιωματική διδασκαλία (ομάδα ελέγχου) και οι άλλες δύο, δηλαδή η πρώτη πειραματική ομάδα με την χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μέσω υπολογιστή και η δεύτερη πειραματική ομάδα με τη χρήση του ίδιου εκπαιδευτικού λογισμικού που τρέχει και σε έξυπνες φορητές συσκευές (ταμπλέτες). Πριν και μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων, εξετάστηκαν και οι τρεις ομάδες προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπήρχαν διαφορές ως προς το επίπεδο νανο-εγγραμματισμού των παιδιών. Ειδικότερα, η κάθε ομάδα πέρασε από τρεις φάσεις. Η πρώτη και τρίτη φάση περιελάμβανε ατομική ημι-δομημένη συνέντευξη με τις ίδιες ερωτήσεις για κάθε παιδί, ενώ η δεύτερη φάση ήταν αυτή της διδασκαλίας στοιχείων Ν-ΕΤ. Στο πλαίσιο της συνέντευξης δόθηκε στα παιδιά ένα κατάλληλα διαμορφωμένο τεστ (βλ. Εικόνα 3) το οποίο μετρούσε τις γνώσεις τους στη σύγκριση, σειροθέτηση και ομαδοποίηση στοιχείων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανό-κοσμου (TENANO) (Δορούκα κ.ά., 2021˙ Dorouka et al., 2021b) και δημιουργήθηκε μετά από ενδελεχή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας (Delgato et al, 2015˙ Magana et al., 2012˙ Peikos et al., 2020). Επιπλέον, εξετάστηκε η κατανόηση των παιδιών αναφορικά με την αλληλεπίδραση των τριών κόσμων και η εξήγησής της. Κατ' αυτόν τον τρόπο συγκρίνουμε με ακρίβεια τον βαθμό της αποτελεσματικότητας των παραδοσιακών και νέων τεχνολογιών στην εκμάθηση στοιχείων Ν-ΕΤ από τα μικρά παιδιά με εστίαση στην πρώτη Μεγάλη Ιδέα της Ν-ΕΤ (Stevens et al., 2009).

3. Αποτελέσματα

Στην παρούσα μελέτη τα δεδομένα πληρούσαν τις προϋποθέσεις για παραμετρικές δοκιμές και αναλύθηκαν με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS 26.0, ενώ το επίπεδο σημαντικότητας που υιοθετήθηκε ήταν 5% ($p < 0,05$).

Για τον έλεγχο της ισοδυναμίας των φύλων μεταξύ των τριών ομάδων διενεργήθηκε έλεγχος χ^2. 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 των ομάδων ως προς την εθνικότητα, το επίπεδο μη λεκτικής νοητικής ικανότητας και τις βαθμολογίες του TENANO πριν από τη διδακτική παρέμβαση, υπολογίστηκε ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πειραματικές ομάδες και η ομάδα ελέγχου δεν διέφεραν ως προς την εθνικότητα ($F(2, 149)=2.85$, $p>.05$), ούτε ως προς το επίπεδο μη λεκτικής νοητικής ικανότητας ($F(2, 149) = 2.62$, $p > .05$), ούτε ως προς τις επιδόσεις στο TENANO πριν την παρέμβαση ($F(2, 149) = 1.62$, $p > .05$), σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (βλ. Πίνακα 1).

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΩΤΗΣΗΣ	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΝΑΝΟ-ΚΛΙΜΑΚΑΣ
1	Ποιο είναι το πιο μικρό πράγμα που μπορείς να σκεφτείς;	Τα γράμματα του Θοδωρή		1η κατηγορία: Οντότητα της μακρο-κλίμακας	Επίπεδο 0
		Μυρμήγκι, ψίχουλο, κόκκος από άμμο, ψείρα			
		μικρόβια	κύτταρο	2η κατηγορία: Οντότητα της μικρο-κλίμακας	Επίπεδο 1
			Ιός, κορωνοϊός	**3η κατηγορία: Οντότητα της νανο-κλίμακας**	**Επίπεδο 2**
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 κατηγορία: Οντότητες της μακρο-κλίμακας λάθος σειροθετημένες	Επίπεδο 0
		άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι< άσπρο κύτταρο<ιός<κόκκινο κύτταρο		2η κατηγορία: Οντότητες της μακρο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	Επίπεδο 1
			άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<κόκκινο κύτταρο<άσπρο κύτταρο< ιός	3η κατηγορία: Οντότητες μακρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες	Επίπεδο 2
			άνθρωπος<μπάλα<μυρμήγκι<άσπρο κύτταρο<κόκκινο κύτταρο<ιός	**4η κατηγορία: Οντότητες της μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά σειροθετημένες**	**Επίπεδο 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 κατηγορία: Λάθη σε οντότητες μακροκλίμακας	Επίπεδο 0
		{άνθρωπος, μπάλα} {μυρμήγκι} {άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο, ιός}		2η κατηγορία: Οντότητες της μακροκλίμακας σωστά ομαδοποιημένες και λάθος ομάδες σε οντότητες των άλλων δύο κλιμάκων	Επίπεδο 1
			{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {κόκκινο κύτταρο, άσπρο κύτταρο, ιός}	**3η κατηγορία: Οντότητες μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας σωστά ομαδοποιημένες**	Επίπεδο 2
			{άνθρωπος, μπάλα, μυρμήγκι} {άσπρο κύτταρο, κόκκινο κύτταρο}, {ιός}		
4	Δύο αδερφάκια είχαν βήχα και πυρετό και δεν πήγαν σχολείο μια εβδομάδα. Όταν γύρισαν πίσω στο σχολείο οι συμμαθητές τους ρώτησαν γιατί δεν ήρθαν σχολείο. Τι θα απαντούσες αν ήσουν στη θέση τους;	*-Δεν φόρεσα ζακέτα.* *-Δεν έπλυνα τα χέρια.*		1η κατηγορία: Εξήγηση βασισμένη σε οντότητες της μακρο-κλίμακας	Επίπεδο 0
		-Αρρώστησα. *-Είχα βήχα και πυρετό.* *-Έπαθα ίωση.*			
			-Είχαμε πυρετό και δεν μπορούσαμε να έρθουμε για να μην σας κολλήσουμε και ένας ιός μπήκε μέσα μας.	2η κατηγορία: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο-κλίμακας ή μακρο/νανο-κλίμακας	Επίπεδο 1
			-Αρρώστησα και δεν μπορούσα να έρθω στο σχολείο μπήκε 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 είδαν τα άσπρα τα κύτταρα και τον πολέμησαν και έγινα καλά.	**3η κατηγορία: Εξήγηση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των οντοτήτων μακρο/μικρο/νανο-κλίμακας**	**Επίπεδο 2**

Εικόνα 3: Εργαλείο συλλογής δεδομένων ΤΕΝΑΝΟ

Πίνακας 1: Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*Sd*) του τεστ νανο-εγγραμματισμού ανά ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση και αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA

Ομάδα παιδιών	Επίπεδο νανο-εγγραμματισμού		
	M	Sd	
Πειραματική 1 (Η/Υ)	.836	1.23	ANOVA
Πειραματική 2 (ταμπλέτες)	.634	.990	$F(2, 149) = 1.62, p > .05$
Ομάδα ελέγχου	.428	1.13	

Πρώτος σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί εάν αυξήθηκαν σημαντικά οι επιδόσεις των παιδιών στο επίπεδο νανο-εγγραμματισμού, όπως καταγράφηκε από την επίδοσή τους στο κριτήριο αξιολόγησης/TENANO, έπειτα από την εφαρμογή των τεχνικών της διδασκαλίας με τη χρήση υπολογιστών και της διδασκαλίας με τη χρήση ταμπλετών. Όπως φαίνεται στον πίνακα 2, η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA) έδειξε ότι η κύρια επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής (τύπος ομάδας) στην επίδοση των παιδιών στο TENANO μετά τη διδακτική παρέμβαση βρέθηκε στατιστικά σημαντική, ($F(2, 149) = 299.74$, $p < 0{,}001$). Με άλλα λόγια, οι βαθμολογίες μετά το τεστ ήταν σημαντικά διαφορετικές λόγω των διαφορετικών πειραματικών μαθησιακών διαδικασιών (Dorouka et al., 2024).

Πίνακας 2: Μέσοι όροι *(M)* , τυπικές αποκλίσεις (*sd*) του ΤΕστ NANO-εγγραμματισμού (TENANO) μετά την διδακτική παρέμβαση ανά ομάδα και αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA

Ομάδα παιδιών	***Επίπεδο νανο-εγγραμματισμού***		
	M	Sd	
Πειραματική 1 (Η/Υ)	7.653	1.182	ANOVA
Πειραματική 2 (ταμπλέτες)	8.480	8.480	$F(2, 149) = 299.7, p < .05$
Ομάδα ελέγχου	2.183	1.922	

Σε κάθε πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των επιδόσεων των παιδιών στο επίπεδο νανο-εγγραμματισμού πριν και μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής παρέμβασης στο κριτήριο TENANO, μέσω του στατιστικού κριτήριου *t* για εξαρτημένα δείγματα με την προσαρμογή του Bonferroni. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (*M*), οι τυπικές αποκλίσεις (*sd*) των επιδόσεων των μικρών παιδιών στο επίπεδο νανο-εγγραμματισμού τους στις δύο χορηγήσεις του TENANO, και τα αποτελέσματα του κριτηρίου *t* για κάθε πειραματική ομάδα και για την ομάδα ελέγχου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 3, τόσο στις δύο πειραματικές ομάδες όσο και στην ομάδα ελέγχου αυξήθηκαν οι επιδόσεις των παιδιών στο TENANO έπειτα από την ολοκλήρωση της πειραματικής παρέμβασης. Η διαφορά των επιδόσεων των παιδιών σε κάθε ομάδα ανάμεσα στις δύο μετρήσεις είναι στατιστικά σημαντική. Τα μαθησιακά επιτεύγματα των μαθητών της δεύτερης πειραματικής ομάδας (ταμπλέτες) ήταν σημαντικά καλύτερα από εκείνα των μαθητών της πρώτης πειραματικής ομάδας (υπολογιστές) και των μαθητών της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 3: Μέσοι όροι (*M*) , τυπικές αποκλίσεις (*sd*) των επιδόσεων των παιδιών στο επίπεδο νανο-εγγραμματισμού στο TENANO και τα αποτελέσματα της ανάλυσης του κριτηρίου *t* ανά ομάδα

Ομάδα παιδιών	***Επίπεδο νανο-εγγραμματισμού***			
	Φάση έρευνας	**M**	**SD**	*t-test*
Πειραματική 1 (Η/Υ)	Προέλεγχος	.836	1.230	t= -29.76 df = 48, p<0.05
	Μετέλεγχος	7.653	1.182	
Πειραματική 2 (ταμπλέτες)	Προέλεγχος	.634	.990	t=-41.50 df = 51, p<0.05
	Μετέλεγχος	8.480	.896	
Ομάδα ελέγχου	Προέλεγχος	.428	1.136	t= -6.97 df = 48, p<0.05
	Μετέλεγχος	2.183	1.922	

Επομένως, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μαθησιακή προσέγγιση για τη διδασκαλία στοιχείων Ν-ΕΤ με τη χρήση ταμπλετών είχε σημαντικό αντίκτυπο στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών. Αντίστοιχα, διαπιστώθηκε ότι τα μαθησιακά επιτεύγματα των μαθητών της πρώτης πειραματικής ομάδας ήταν σημαντικά καλύτερα από εκείνα των μαθητών της ομάδας ελέγχου.

4. Συμπεράσματα

Παρόλο που η βιβλιογραφία δεν έχει προτείνει τη φορητή μάθηση σε συνδυασμό με την τεχνική της παιχνιδοποίησης ως τρόπο προσέγγισης των εννοιών Ν-ΕΤ από μικρά παιδιά, η μελέτη αυτή προχωρά στην εμπειρική διερεύνηση του εν λόγω θέματος. Η παρούσα μελέτη αποτελεί μέρος διδακτορικής έρευνας για τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών (Dorouka & Kalogiannakis, 2023).

5. Χρηματοδότηση

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).

6. Βιβλιογραφία

Δορούκα, Π., Παπαδάκης, Σ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2021). Η αναγκαιότητα της αξιοποίησης ψηφιακών εφαρμογών μέσα από το παράδειγμα της υγειονομικής κρίσης: Νανο-εγγράμματα τα παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας του 21ου αιώνα. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, (81): 66-80. Ανακτήθηκε στις 22/11/2022, από: https://www.lib.uoi.gr/serp/

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. & Kalogiannakis, M. (2023). Teaching Nanotechnology Concepts in Early-Primary Education: An Experimental Study Using Digital Games, *International Journal of Science Education*. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2286299

Dorouka, P., Kalogiannakis, M. & Blonder, R. (2024) Tablets and Apps for Promoting Nanoliteracy in Early Childhood Education: Results from an Experimental Study, *Journal of Science Education and Technology*. https://doi.org/10.1007/s10956-024-10132-w

Dorouka, P., Papadakis, S. & Kalogiannakis, M. (2020). 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. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106179

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

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

Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2020). The Use of Developmentally Mobile Applications for Preparing Pre-Service Teachers to Promote STEM Activities in Preschool Classrooms. Στο S. Papadakis, & M. Kalogiannakis (Επιμ.), *Mobile Learning Applications in Early Childhood Education* (σ. 82-100). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1486-3.ch005

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature, *Education Sciences*, *11*(1), 22. https://doi.org/10.3390/educsci11010022

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2023a). Fostering computational thinking and environmental awareness via robotics in early childhood education: A scoping review. *Research on Preschool and Primary Education, 1*(2), 39-50. https://doi.org/10.55976/rppe.12023217739-50

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2023b). Sample design challenges: An educational research paradigm, *International Journal of Technology Enhanced Learning*, *15*(3), 266-285, https://doi.org/10.1504/IJTEL.2023.10055808

Kanaki, K., Kalogiannakis, M., Poulakis, E., & Politis, P. (2022). Employing mobile technologies to investigate the association between abstraction skills and performance in environmental studies in early primary school. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (i-JIM), 16*(6), 241-248. https://doi.org/10.3991/ijim.v16i06.28391

Magana, A., Brophy, S., & 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. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715316

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2021). In-service teachers' needs and mentor's practices in applying a teaching–learning sequence on nanotechnology and plastics in primary education, *Journal of Science Education and Technology*, *30*(5), 630-641. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09908-1

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. 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

Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualizing harm in the framework of research misconduct. Findings from a discourse analysis of scientific publications, *International Journal of Sustainable Development, 23*(3/4), 149-174, https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655

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. https://doi.org/10.1080/21594937.2017.1348324

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press. ISBN 978-1-935155-07-2