

# Κινητή μάθηση και Νανοτεχνολογία: Δυνατότητες και Προοπτικές στην Εκπαίδευση Παιδιών Προσχολικής και Πρώτης Σχολικής Ηλικίας

Πανδώρα Δορούκα<sup>1</sup>, Σταμάτης Παπαδάκης<sup>2</sup> & Μιχαήλ Καλογιαννάκης<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Υποψήφια Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, [pandora.dorouka@gmail.com](mailto:pandora.dorouka@gmail.com)

<sup>2</sup> Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, [strapadakis@edc.uoc.gr](mailto:strapadakis@edc.uoc.gr)

<sup>3</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, [mkalogian@edc.uoc.gr](mailto:mkalogian@edc.uoc.gr)

## Περίληψη

Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση παιδιών προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας προσελκύει το ενδιαφέρον ολοένα και περισσότερων ερευνητών. Η αποτελεσματική όμως ενσωμάτωση των έξυπνων φορητών συσκευών στην πρόωμη σχολική εκπαίδευση εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σημαντικά ζητήματα. Παρά τον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό των ερευνών που εστιάζουν στην πρόωμη παιδική ηλικία και αφορούν στη μάθηση μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών, υπάρχουν γνωστικά αντικείμενα στα οποία ο αντίκτυπος των ψηφιακών τεχνολογιών δεν έχει διερευνηθεί σημαντικά. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με τις Φυσικές Επιστήμες, τη νανο-Επιστήμη και νανο-Τεχνολογία (N-ET). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσουμε με βάση τη σχετική βιβλιογραφία εάν οι ψηφιακές τεχνολογίες θα μπορούσαν να υποστηρίξουν την διδασκαλία στοιχείων N-ET – μιας τεχνολογίας αιχμής – σε μικρά παιδιά.

**Λέξεις κλειδιά:** Ψηφιακές τεχνολογίες, κινητή μάθηση, προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση, νανο-Επιστήμη, νανο-Τεχνολογία.

## 1. Εισαγωγή

Η προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία είναι μια σημαντική περίοδος για την ανακάλυψη του κόσμου από τα παιδιά. Είναι ένα αναπτυξιακό στάδιο που περιγράφεται από έντονη επιθυμία και αυθόρμητο ενδιαφέρον για την απόκτηση γνώσης. Αποκτώντας πρακτικές εμπειρίες και ευκαιρίες να δουν, να αγγίξουν και να νιώσουν τη μάθηση στην πράξη, τα μικρά παιδιά είναι σε θέση να θυμούνται όσα έχουν μάθει, να κατανοούν έννοιες με τους δικούς τους όρους και να κατασκευάζουν τις γνώσεις τους (Bers, 2018). Για το λόγο αυτό, στην προσχολική και πρωτοσχολική

εκπαίδευση, τα μικρά παιδιά προτρέπονται να συμμετάσχουν σε διεπιστημονικά σχέδια εργασίας που ενσωματώνουν τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, τις Τέχνες κ.ο.κ.

Αν και σε ερευνητικό επίπεδο η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών αυξάνεται σχεδόν εκθετικά, σε επίπεδο πραγματικής σχολικής ζωής οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας κυριαρχούν (Reber & Rothen, 2018). Επιπλέον, μολονότι διαρκώς αυξάνονται οι έρευνες που εστιάζουν στην πρώιμη παιδική ηλικία και αφορούν στη μάθηση μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών, υπάρχουν γνωστικά αντικείμενα στα οποία ο αντίκτυπος των νέων τεχνολογιών δεν έχει εξερευνηθεί ακόμα. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), τη νανο-Επιστήμη και νανο-Τεχνολογία (N-ET). Η N-ET ως νέο διεπιστημονικό πεδίο με προϊόντα και εφαρμογές που αξιοποιούν τεχνολογία αιχμής και διεισδύουν ολοένα και περισσότερο στην σύγχρονη καθημερινότητα (Stavrou, Michailidi & Sgouros, 2018), υπόσχεται να επιλύσει παγκόσμιες διαχρονικές προκλήσεις. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει αναγνωρίσει την εκπαιδευτική αξία ενσωμάτωσης εννοιών της N-ET στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, για λόγους επιστημονικού γραμματισμού των σύγχρονων πολιτών (Laherto, 2012; Jones et al., 2013). Σύμφωνα μάλιστα με την πιο πρόσφατη βιβλιογραφία, και στα μικρά παιδιά είναι εφικτό να διδαχθούν στοιχεία N-ET, (Σπύρτου κ.α., 2018; Jones et al., 2013; Lin et al., 2015), την εισαγωγή τους όμως σε αυτήν εμποδίζει η έλλειψη κατάλληλων διδακτικών υλικών.

## ***2. Η σχέση των μικρών παιδιών με την Τεχνολογία και τις Φυσικές Επιστήμες.***

Οι έξυπνες φορητές συσκευές που επιτρέπουν τις αλληλεπιδράσεις με την οθόνη αφής έχουν αποδειχθεί φιλικές ως προς τη χρήση τους από τα μικρά παιδιά και πιο αποτελεσματικές από τους επιτραπέζιους υπολογιστές, οι οποίοι στο πλαίσιο του χειρισμού του ποντικιού που προϋποθέτουν, δημιουργούν δυσκολίες συντονισμού ματιών ή χεριών (Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016; Rogowsky et al., 2018). Η οθόνη αφής είναι ιδανική συσκευή εισόδου για τα μικρά παιδιά, καθώς υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της κίνησης του χεριού του παιδιού και των πληροφοριών στην οθόνη (Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2017). Χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικό λογισμικό σε συσκευές με τεχνολογία αφής, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν μια πολυτροπική αισθητηριακή εμπειρία που είναι κατάλληλη για το επίπεδο παιδιών πρώιμης παιδικής ηλικίας. Τα μικρά παιδιά μπορούν να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους αναφορικά με τις ΦΕ, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τα Μαθηματικά, ή με άλλα λόγια τη διεπιστημονική προσέγγιση STEM μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων εκπαιδευτικών σεναρίων (Dorouka, Papadakis & Kalogiannakis, 2019). Η διαδραστικότητα και η φιλικότητα προς το χρήστη των

ταμπλετών έχει τη δυνατότητα να προσελκύσει τα μικρά παιδιά στη μάθηση που «μοιάζει» περισσότερο με παιχνίδι (Rogowsky et al., 2018).

Ζούμε σε μια κοινωνία που βασίζεται και εξαρτάται όχι μόνο από την τεχνολογία, αλλά και από την επιστήμη. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ανυπέρβλητης σημασίας για κάθε κοινωνικό μέλος είναι, αφενός, η κατανόηση θεμελιωδών στοιχείων των ΦΕ, αφετέρου, η κατανόηση της επίδρασης των ΦΕ στην κοινωνία. Η εμπλοκή των παιδιών σε δραστηριότητες και γεγονότα του πραγματικού κόσμου αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων. Η περιέργεια, επιπλέον, που είναι ένα έμφυτο χαρακτηριστικό όλων των παιδιών, αποτελεί κίνητρο για την εκδήλωση ενδιαφέροντος αναφορικά με τις ΦΕ, καθώς επίσης και κινητήριο δύναμη για την ενεργοποίηση και την κατεύθυνση της εκπαίδευσης των επιστημόνων.

Μεγάλο μέρος της διδασκαλίας των ΦΕ λαμβάνει χώρα στο φυσικό περιβάλλον, καθώς αφορά στα στοιχεία της φύσης (Zydney & Warner, 2016) που είναι ορατά με γυμνό μάτι, άρα παρατηρήσιμα και εύληπτα από τα παιδιά. Το φυσικό περιβάλλον είναι άλλωστε αυτό που δίνει όχι μόνο όνομα, αλλά και υπόσταση στο γνωστικό αυτό αντικείμενο. Ένα θεμελιώδες όμως τμήμα των ΦΕ αφορά σε στοιχεία που δεν είναι δυνατόν να παρατηρήσει κανείς με γυμνό μάτι και αναμφισβήτητα απαιτούν άλλους τρόπους διδακτικής προσέγγισης για να μπορέσουν τα παιδιά να τα κατανοήσουν. Αυτές οι ξεχωριστές πτυχές των ΦΕ είναι καλά ευθυγραμμισμένες με τις δυνατότητες των έξυπνων φορητών συσκευών, βασικό χαρακτηριστικό των οποίων είναι η ικανότητά τους να εμφανίζουν διαδραστικές και τρισδιάστατες προσομοιώσεις (Zydney & Warner, 2016).

Για τη διδασκαλία των ΦΕ και τη σημασία τους γίνεται λόγος στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ). Ειδικότερα, σε αυτά περιλαμβάνονται στόχοι για το μακρόκοσμο, το μικρόκοσμο και τον ατομικό κόσμο (ΥΠΕΠΘ, 2003), όχι όμως για το Νανόκοσμο (Σπύρτου κ.α., 2018). Δηλαδή, αν και είναι καθοριστική η σημασία του νανόκοσμου στη σύγχρονη εποχή, οι στόχοι που αφορούν στη Ν-ΕΤ απουσιάζουν από τα ΑΠΣ της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Σε αυτό το χάσμα, ίσως να οφείλονται οι πολλαπλές παρανοήσεις που διέπουν τα παιδιά (Σπύρτου κ.α., 2018; Lin et al., 2015). Μια από τις εν λόγω παρανοήσεις είναι για παράδειγμα ότι το χρώμα των μορίων του νερού είναι μπλε (Σπύρτου κ.α., 2018). Από την άλλη όμως, αυτές οι παρανοήσεις ίσως να οφείλονται στο γεγονός ότι οι έννοιες και τα φαινόμενα στην κλίμακα νάνο, καθώς και οι ιδιότητες των νανοϋλικών απέχουν αρκετά από όλα όσα μπορούμε να αντιληφθούμε με τις αισθήσεις μας εξαιτίας του πολύ μικρού τους μεγέθους και της μη σύνδεσής τους με την καθημερινή εμπειρία. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με ένα συμβατικό ξύλο το οποίο βρέχεται, αλλά με τη χρήση των κατάλληλων προϊόντων της Ν-ΕΤ μπορεί να μετατραπεί σε υπερυδροφοβικό (Σπύρτου κ.α., 2018). Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, αναμένεται ότι οι αρχικές ιδέες των παιδιών αναφορικά με τις όψεις της Ν-ΕΤ θα διαφέρουν από τις αντίστοιχες επιστημονικές (Σπύρτου κ.α., 2018).

### **3. Διαστάσεις και προοπτικές της N-ET**

Η N-ET αποτελεί ένα νέο επιστημονικό πεδίο έρευνας και ανάπτυξης το οποίο έχει παρουσιάσει ραγδαία εξέλιξη παγκοσμίως τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Στο εν λόγω πεδίο συνδυάζονται γνώσεις από διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως των ΦΕ, της Τεχνολογίας, της Χημείας, της Βιολογίας (Σπύρτου κ.α., 2018), των Μαθηματικών και της Μηχανικής. Βασίζεται στη διαχείριση της ύλης σε μια ατομική, μοριακή ή υπερμοριακή κλίμακα και αποτελεί επί του παρόντος ένα από τα πλέον ευρέως διαδεδομένα θέματα στην ανάπτυξη της επιστήμης, της τεχνολογίας και της οικονομίας (Lin et al., 2015). Ειδικότερα, η νανο-Επιστήμη είναι ένα πεδίο που ασχολείται με φαινόμενα και ιδιότητες της ύλης στην νανοκλίμακα που κυμαίνεται περίπου από 1 έως 100 nm (Lindsay, 2010), ενώ η νανο-Τεχνολογία εστιάζει στην κατασκευή και τη χρήση λειτουργικών δομών με τουλάχιστον μια τους χαρακτηριστική διάσταση να είναι από 1 έως 100 nm (Ramsden, 2009).

Τα προϊόντα N-ET είναι ταχύτερα, πιο συμπαγή και ενεργειακά αποδοτικότερα από τα παραδοσιακά προϊόντα και θα πρέπει να είναι σε θέση να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Lin et al., 2015). Περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία από είδη καθημερινής χρήσης, όπως απορροπαντικά, φίλτρα καθαρισμού νερού, συστήματα επικοινωνίας και φαρμακευτικά παρασκευάσματα (Σπύρτου κ.α., 2018). Η N-ET υπόσχεται να επιλύσει παγκόσμιες διαχρονικές προκλήσεις που σχετίζονται με τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών, το περιβάλλον, την ενέργεια, το διάστημα και πολλά άλλα (Σπύρτου κ.α., 2018). Κατά αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο θα αλλάξει τη βιομηχανική δομή, αλλά επίσης θα επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο ζουν οι άνθρωποι, σηματοδοτώντας την έναρξη μιας τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Lin et al., 2015).

#### **3.1. Η αξία της N-ET στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών**

Η εκπαίδευση στη N-ET έχει καταστεί ένα ενδιαφέρον και σημαντικό πεδίο σε επίπεδο εκπαιδευτικών προοπτικών. Πολλοί ερευνητές, αλλά και εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν ότι το περιεχόμενο της NE-T πρέπει να ενταχθεί στην υποχρεωτική εκπαίδευση, ώστε με τον τρόπο αυτό να προαχθεί η συνολικότερη επίγνωση και η εμπλοκή του κοινού σε αυτά τα αναπτυσσόμενα πεδία (Laherto, 2012). Σε αρκετές χώρες η εν λόγω εκπαίδευση αποτελεί ήδη επείγουσα προτεραιότητα με σκοπό την ανάπτυξη εξειδικευμένων ανθρώπινων πόρων για τις ταχέως αναπτυσσόμενες βιομηχανίες που σχετίζονται με τη N-ET (Stevens, Sutherland & Krajcik, 2009).

Η εκλαΐκευση της επιστήμης που βασίζεται στην N-ET είναι ζωτικής σημασίας για τα παιδιά (Stevens et al., 2009). Το γεγονός ότι αποτελεί μια τεχνολογία αιχμής καθιστά μεγάλο το ενδεχόμενο να συμβάλει στην ανάπτυξη ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που θα έχει νόημα και σημασία για τα παιδιά, δηλαδή θα σχετίζεται με τις προηγούμενες εμπειρίες τους και τα προσωπικά τους βιώματα και θα τους εντύνει το ενδιαφέρον ώστε να στρέφονται προς αυτήν την κατεύθυνση στο επίπεδο του

επαγγελματικού τους προσανατολισμού (Σπύρτου κ.α., 2018). Κατά συνέπεια, η προσέγγιση της N-ET στην προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση (Σπύρτου κ.α., 2018) μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να ενασχοληθούν με θεμελιώδη στοιχεία της.

Σύμφωνα με τους Lin et al. (2015), η εκλαΐκευση της επιστήμης που συνδέεται με την N-ET, θα πρέπει να αποτελεί μέρος της σχολικής ζωής ήδη από την πρώτη σχολική ηλικία. Ο λόγος της εισαγωγής της N-ET με την εκλαϊκευμένη της μορφή στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών αφορά στη σημασία που έχει η ενίσχυση του «νανογραμματισμού» (Σπύρτου κ.α., 2018) των παιδιών (Lin et al., 2015). Ο «νανογραμματισμός» θεωρείται ότι έχει αναπτυχθεί στα παιδιά, όταν τα ίδια διαθέτουν γνώσεις και δεξιότητες που τους κάνουν ικανούς να διαχειρίζονται θέματα της καθημερινής τους ζωής τα οποία βασίζονται στη N-ET (Σπύρτου κ.α., 2018). Επιπλέον, εκεί που δίνουν πολλοί ερευνητές (Jones et al., 2013; Lin et al., 2015) έμφαση αναφορικά με την εισαγωγή της εν λόγω επιστήμης στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών, είναι η κατανόηση της N-ET ως ένα πραγματικά διεπιστημονικό πεδίο που μπορεί να ενισχύσει τις αντιλήψεις των παιδιών για τη διασύνδεση της φύσης με διαφορετικά γνωστικά πεδία (Lin et al., 2015), όπως τις Φυσικές Επιστήμες (Science), την Τεχνολογία (Technology), τη Μηχανική (Engineering), τα Μαθηματικά (Mathematics) (STEM), καθώς και τη Βιολογία και τη Χημεία. Με άλλα λόγια, η διεπιστημονική φύση της N-ET θα μπορούσε να λειτουργήσει ανατρεπτικά στον υφιστάμενο κατακερματισμό των γνωστικών αντικειμένων υπό τους τίτλους διακριτών μαθημάτων και να απομακρύνει τους εκπαιδευτικούς από κάθε αίσθημα ανασφάλειας στην προσπάθειά τους να εντάξουν στο μάθημά τους θέματα από επιστημονικά πεδία που δεν εμπίπτουν στην εξειδίκευσή τους. Αξίζει να σημειωθεί επίσης η επικέντρωση της προσοχής διάφορων μελετητών στη διεπιστημονική εκπαιδευτική προσέγγιση STEM που σίγουρα, κατά τους Jones et al. (2013), οδηγεί στις συζητήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της N-ET στα σχολικά προγράμματα Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

### ***3.2 Δυσκολίες και προοπτικές στη διδασκαλία της N-ET για τα μικρά παιδιά***

Πολλές είναι οι δυσκολίες που φαίνεται να αντιμετωπίζουν τα παιδιά στον τρόπο που συλλαμβάνουν τις πιο οριακές κλίμακες (Magana, Brophy & Bryan, 2012). Κύριο εμπόδιο στις εν λόγω δυσκολίες αναμφισβήτητα αποτελεί η έλλειψη αισθητηριακής εμπειρίας του μη ορατού κόσμου. Σε αυτό οφείλεται το γεγονός ότι η N-ET εστιάζει στη μελέτη των ιδιαίτερων ιδιοτήτων της ύλης, καθώς και τον χειρισμό της σε κλίμακα που κυμαίνεται από 1-100mn (Xie & Pallant, 2011) και είναι ενάντια στην κοινή διαίσθηση. Για αυτό, η διδασκαλία της N-ET τουλάχιστον μέχρι σήμερα απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας (Magana et al., 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχει ισχυρή εξάρτηση των εννοιών του μεγέθους και της κλίμακας από την αισθητηριακή εμπειρία των παιδιών, ένας πολλά υποσχόμενος τρόπος για να ενδυναμωθεί η κατανόηση της συνέχειας που υπάρχει στη φύση της κλίμακας είναι η οπτικοποίηση αντικειμένων που έχουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθός τους (Σγουρός, 2018). Σύμφωνα με μια έρευνα που διερεύνησε την επίδραση της οπτικοποίησης στην κατανόηση της έννοιας της κλίμακας και στο πλαίσιο παρακολούθησης μιας ταινίας, ισχυρά θετική φάνηκε να είναι η σχέση μεταξύ της ικανότητας των παιδιών για αναλογικό συλλογισμό και της ακρίβειας στη διάταξη των αντικειμένων (Jones et al., 2007). Μέσω της οπτικοποίησης τα παιδιά μπορούν να αντιληφθούν ευκολότερα τη σχετική διαφορά στο μέγεθος των διάφορων αντικειμένων και να κατανοήσουν τα προτερήματα του αναλογικού συλλογισμού έναντι αυτού της απόλυτης σύγκρισης (Swarat et al., 2011). Θεμελιώδη άλλωστε στοιχεία για τον «νανογραμματισμό» των παιδιών είναι όχι μόνο η κατανόηση της έννοιας του μεγέθους και της κλίμακας, αλλά η προαγωγή της αναλογικής σύγκρισης (Σγουρός, 2018).

Ποια είναι όμως τα κατάλληλα εργαλεία για την οπτικοποίηση και διερεύνηση του νανόκοσμου; Όπως χαρακτηριστικά τονίζουν οι Schank et al. (2009), ακόμα και μετά από πολλές διδακτικές παρεμβάσεις, σημαντικές είναι οι δυσκολίες που φαίνεται να αντιμετωπίζουν μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά στο πλαίσιο χειρισμού των εργαλείων παρατήρησης του νανόκοσμου. Μολονότι είναι αντιληπτό ότι τα οπτικά μικροσκόπια όσο ισχυρά και αν είναι δεν παρέχουν τη δυνατότητα παρατήρησης του νανόκοσμου, είτε δεν καθίσταται κατανοητός ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είτε δεν είναι επαρκείς οι σχετικές εξηγήσεις που δίδονται από τα παιδιά (Σγουρός, 2018). Κατά συνέπεια, αισθητή είναι η προσπάθεια διάφορων ερευνητών αναζήτησης νέων εργαλείων με έμφαση στην επίλυση των δυσκολιών που δημιουργεί η απουσία της αισθητηριακής εμπειρίας στην νονοκλίμακα.

Έρευνες των τελευταίων ετών (Jones et al., 2006; Xie & Pallant, 2011; Palmerius, Höst & Schönborn, 2012) έχουν αρχίσει να εξετάζουν την επίδραση των εικονικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων στην μάθηση εννοιών N-ET από τα παιδιά. Με άλλα λόγια, έχουν ξεκινήσει να εξετάζουν το βαθμό κατά τον οποίο οι ψηφιακές αισθητηριακές εμπειρίες των παιδιών, που διαμορφώνονται μέσω της εμπλοκής τους με τις κατάλληλα σχεδιασμένες ψηφιακές προσομοιώσεις, μπορεί να επηρεάσουν άμεσα την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και δομών N-ET. Από τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών (Jones et al., 2006; Xie & Pallant, 2011; Palmerius et al., 2012) καθίσταται σαφές ότι οι πολυαισθητηριακές πλατφόρμες και τα δυναμικά μοντέλα συνεισφέρουν σε μια στέρεα γνώση των φαινομένων της ατομικής κλίμακας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η χρήση της τεχνολογίας ως εργαλείο μάθησης για τη μορφολογία μη ορατών αντικειμένων θα μπορούσε αναμφισβήτητα να χαρακτηριστεί ως ωφέλιμη (Σγουρός, 2018). Όμως εύλογα ανακύπτει το ερώτημα: Πώς μπορούν οι ψηφιακές οπτικοποιήσεις να αποτελέσουν ένα εξίσου θελκτικό και για παιδιά μικρότερης ηλικιακής ομάδας περιβάλλον διδασκαλίας εννοιών N-ET;

#### 4. Συμπεράσματα

Πολλές έρευνες υπογραμμίζουν τη σημασία της επιτυχημένης χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών στη διαδικασία εκμάθησης, για την προετοιμασία των μικρών παιδιών στις απαιτήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα (Stockless, 2018). Όμως η τεχνολογία αυτή καθαυτή δεν είναι πανάκεια (Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016), μιας και δεν είναι το υλικό ή το λογισμικό, αλλά ο συνδυασμός της χρήσης των νέων τεχνολογιών και της παιδαγωγικής προσέγγισης που έχει τη δυνατότητα να διευκολύνει σημαντικά τα μαθησιακά επιτεύγματα των μικρών παιδιών (Papadakis et al., 2016). Μολονότι αξιοσημείωτα είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα που απορρέουν από τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στην πρώιμη παιδική ηλικία (Dorouka, Papadakis & Kalogiannakis, 2019), αναμφισβήτητη είναι η έλλειψη του κατάλληλου διδακτικού υλικού για την εναρκτήρια εκμάθηση από τα μικρά παιδιά στοιχείων της πλέον τεχνολογίας αιχμής, που δεν είναι άλλη από την N-ET.

Η N-ET επικεντρώνεται στη μελέτη των ιδιαίτερων ιδιοτήτων της ύλης και το χειρισμό της σε κλίμακα που κυμαίνεται από 1-100mn. Η ιδιαιτερότητα της NE-T έγκειται στο υψηλό επίπεδο σκέψης που απαιτεί η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της και αιτιολογεί τις μοναδικές ιδιότητες υλικών και εφαρμογών της, που ολοένα και περισσότερο διεισδύουν σε διάφορες πτυχές της σύγχρονης καθημερινότητας. Μολαταύτα, η επίτευξη μιας νανο-εγγράμματης κοινωνίας είναι ένα πολύπλοκο εγχείρημα που απαιτεί την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών, ακαδημαϊκών και πολιτικών παραγόντων (Yawson, 2012). Ένα πρώτο βήμα σε αυτή την κατεύθυνση είναι η εισαγωγή θεμελιωδών στοιχείων N-ET στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών μέσω των κατάλληλα σχεδιασμένων ψηφιακών εργαλείων.

Η αναζήτηση των κατάλληλων σε επίπεδο διδακτικής προσέγγισης εργαλείων που μπορούν να οδηγήσουν τα παιδιά στην εκμάθηση στοιχειωδών ιδεών της N-ET και να δημιουργήσουν προοπτικές ένταξης εννοιών της NE-T στην εκπαίδευση φέρνει τους ερευνητές αντιμέτωπους με μια σειρά από προκλήσεις. Τα αποτελέσματα των ερευνών που εστιάζουν στις αντιλήψεις των μαθητών σε θεμελιώδεις έννοιες της N-ET αποτυπώνουν τις δυσκολίες που πρέπει να αντιμετωπιστούν ώστε οι προοπτικές ένταξης τους στο αναλυτικό πρόγραμμα να αποκτήσουν ρεαλιστικές διαστάσεις. Οι δυσκολίες που εισάγει η διεπιστημονική φύση του συγκεκριμένου περιεχομένου και τα προαπαιτούμενα για την κατανόηση των θεμελιωδών ιδεών της, έχουν οριοθετήσει τους άξονες πάνω στους οποίους δραστηριοποιείται η διεθνής ερευνητική κοινότητα της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών (Σγουρός, 2018). Απαιτούνται όμως νέες προσεγγίσεις στη διδασκαλία N-ET ώστε να αναδειχθεί η σημασία και η διεπιστημονικότητά της και να εισαχθεί αποτελεσματικά στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών, του κυρίου δηλαδή μελλοντικού εργατικού δυναμικού για την τεχνολογία αιχμής που αναμένεται να επηρεάσει ουσιαστικά όλες τις πτυχές της ανθρώπινης ζωής και ανάπτυξης.

## Αναφορές

- Bers, M. U. (2018, April). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018 IEEE* (pp. 2094-2102). IEEE.
- Dorouka, P., Papadakis, S. and Kalogiannakis, K. (2019). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education, *Int. J. Mobile Learning and Organisation* (forthcoming article)
- Jones, M. G., Paechter, M., Yen, C. F., Gardner, G., Taylor, A., & Tretter, T. (2013). Teachers' concepts of spatial scale: An international comparison. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2462-2482.
- Jones, M. G., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, E., & Carter, G. (2007). Understanding scale: Powers of ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 191-202.
- Jones, M. G., Minogue, J., Tretter, T. R., Negishi, A., & Taylor, R. (2006). Haptic augmentation of science instruction: Does touch matter?. *Science Education*, 90(1), 111-123.
- Laherto, A. (2012). *Nanoscience education for scientific literacy: Opportunities and challenges in secondary school and in out-of-school settings*. Academic dissertation.
- Lin, S. Y., Wu, M. T., Cho, Y. I., & Chen, H. H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 33(1), 22-37.
- Lindsay, S. (2010). *Introduction to nanoscience*. UK: Oxford University Press.
- 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.
- Palmerius, K. L., Höst, G., & Schönborn, K. (2012). An Interactive and Multi-sensory Learning Environment for Nano Education. In C. Magnusson, D. Szymczak, & S. Brewster (Eds.), *Haptic and Audio Interaction Design*, 7468, 81-90. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.



- 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.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers. *Education and Information Technologies*, 22(6), 3147-3165.
- Ramsden, J. (2009). *Essentials of nanotechnology*. USA: BookBoon.
- Reber, T. P., & Rothen, N. (2018). Educational App-Development needs to be informed by the Cognitive Neurosciences of Learning & Memory. *NPJ science of learning*, 3(22), 1-2
- 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.
- Stavrou, D., Michailidi, E., & 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.
- Stockless, A. (2018). Acceptance of learning management system: the case of secondary school teachers, *Education and Information Technologies*, 23(3), 1101-1121.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.
- Schank, P., Wise, A., Stanford, T., & Rosenquist, A. (2009). Can high school students learn nanoscience? An evaluation of the viability and impact of the Nanosense curriculum. *SRI International*.
- Swarat, S., Light, G., Park, E. J., & Drane, D. (2011). A typology of undergraduate students' conceptions of size and scale: Identifying and characterizing conceptual variation. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 512-533.
- Xie, C. & Pallant, A. (2011). The Molecular Workbench Software: An Innovative Dynamic Modeling Tool for Nanoscience Education. In M. S. Khine & I. M. Saleh

(Eds.), *Models and modeling: Models and Modeling in Science Education* 6, (pp. 121-139). New York: Springer.

Yawson, R. M. (2012). An epistemological framework for nanoscience and nanotechnology literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 297-310.

Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17.

ΥΠΕΠΘ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (Φ.Ε.Κ. τεύχος Β΄ αρ. φύλλου 303 και 304/13-3-03).

Σγουρός, Γ. (2018). *Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών μέσα από το σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού σε βασικές ιδέες νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης* (Διδακτορική Διατριβή). Ανακτήθηκε από το Ιδρυματικό Καταθετήριο της Βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Κρήτης E-Locus.

Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Πέικος, Γ., & Παπαδοπούλου Π. (2018). *Διερευνώντας τα Μυστικά του Νανόκοσμου*, Αθήνα: Gutenberg - Δαρδανός.

### Abstract

The use of digital technologies in pre-school and early-primary education attracts the attention of more and more researchers. However, successful integration of smart mobile devices in the early childhood education still faces unresolved issues. Despite the increasing number of investigations focusing on learning through digital technologies in early childhood, there are areas in which the impact of digital technologies has not been explored yet. A typical example is the one with Science, Nanoscience and Nanotechnology (NST). The ultimate objective of this paper is to examine, based on the relevant literature, whether digital technologies could support the teaching of NST - a cutting-edge technology - concepts in early childhood settings.

**Keywords:** Digital technologies, mobile learning, preschool and early-primary education, Nanoscience, Nanotechnology.