



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Επικοινωνίας και
Μέσων Ενημέρωσης

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΔΙΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΗΣ
ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

Βασιλική Καλλίνου

Λεμεσός, Μάιος 2021

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΩΝ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Μεταπτυχιακή διατριβή

«ΔΙΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕΣΑ
ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»

της

Βασιλικής Καλλίνου

Λεμεσός, Μάιος 2021

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

**«ΔΙΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ
ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»**

Παρουσιάστηκε από τη

Βασιλική Καλλίνου

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Γιάννης Γεωργίου, Ερευνητικός Συνεργάτης, Τμήμα
Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Δρ. Ελένη Α. Κύζα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Επικοινωνίας και
Σπουδών Διαδικτύου

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2021

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Βασιλική Καλλίνου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Γιάννη Γεωργίου για την αμέριστη και συνεπή καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τις δύο μου γιαγιάδες, Βασιλική και Ελένη, για όλη την υποστήριξη που μου παρείχαν αυτά τα χρόνια, δίνοντας μου ώθηση να ολοκληρώσω αυτό το ταξίδι.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με τη θεωρία της ενσώματης νόησης, και κατ' επέκταση, τη θεωρία της ενσώματης μάθησης, το ανθρώπινο σώμα, και οι αλληλεπιδράσεις που αυτό επιτρέπει με το φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει, συμβάλλουν στη μάθηση και στη γνωστική ανάπτυξη. Παράλληλα, η ραγδαία εξέλιξη ποικίλων κιναισθητικών τεχνολογιών έχει συμβάλει στην ανάπτυξη τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων ενσώματη μάθησης. Ωστόσο, η εμπειρική διερεύνηση και αξιολόγηση των περιβαλλόντων αυτών βρίσκεται ακόμη σε πολύ αρχικά στάδια. Στο πλαίσιο αυτό μια από τις κυρίαρχες ερευνητικές υποθέσεις, η οποία ωστόσο, δεν έχει τύχει ακόμη συστηματικής διερεύνησης, είναι ότι όσο μεγαλύτερος ο βαθμός της ενσώματης μάθησης, τόσο μεγαλύτερη είναι η συμμετοχή αλλά και η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών. Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της ερευνητικής αυτής υπόθεσης, στο πλαίσιο της Γεωμετρίας των Μαθηματικών Γ' τάξης Δημοτικής εκπαίδευσης, μέσω της αξιολόγησης δύο τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκε πειραματικός σχεδιασμός, σύμφωνα με τον οποίο οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα χωρίστηκαν σε Πειραματική Ομάδα ($n=36$) και Ομάδα Ελέγχου ($n=35$). Στην Πειραματική Ομάδα αξιοποιήθηκε η ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» που υποστηρίζει ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης, ενώ στην Ομάδα Ελέγχου εφαρμόστηκε η ψηφιακή εφαρμογή «Visnos» που υποστηρίζει χαμηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης, για τη μάθηση των γωνιών στην ενότητα της Γεωμετρίας. Η διερεύνηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών και των αντιλήψεων για τη συμμετοχή τους έγινε μέσω συλλογής ποσοτικών δεδομένων (εννοιολογικό δοκίμιο και ερωτηματολόγιο διερεύνησης αντιλήψεων για τη συμμετοχή) και ποιοτικών δεδομένων (ατομικών συνεντεύξεων). Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην Πειραματική Ομάδα παρουσίασαν μεγαλύτερα γνωστικά κέρδη και θετικότερες αντιλήψεις ως προς τη συμμετοχή τους στο μάθημα από τους μαθητές της Ομάδας Ελέγχου. Επιπλέον, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση ως προς τους παράγοντες που επηρέασαν τη συμμετοχή των μαθητών στις δύο ομάδες, τόσο στο επίπεδο της εκπαιδευτικής διαδικασίας όσο και στο επίπεδο της τεχνολογίας που αξιοποιήθηκε. Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν εμπειρική τεκμηρίωση ως προς τη συμβολή των τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων που προάγουν ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης.

Λέξεις-κλειδιά: Ενσώματη νόηση, Τεχνολογικά-υποστηριζόμενη ενσώματη μάθηση, Συμμετοχή, Εννοιολογική κατανόηση, Γεωμετρία, Μαθηματικά, Δημοτική εκπαίδευση

ABSTRACT

According to the theories of embodied cognition and embodied learning, the human body, and the interactions it allows with the natural world, contribute to our learning and cognitive development. At the same time, the rapid evolution of various kinesthetic technologies has contributed to the development of technology-supported embodied learning environments. However, the empirical investigation and evaluation of these environments is still in its infancy. In this context, one of the dominant research hypotheses, which, however, has not yet been systematically investigated, is that the higher the degree of embodied learning is, the greater the conceptual understanding of the students is and the more positive their perceptions regarding their engagement are. The purpose of this master dissertation is to investigate the aforementioned research hypothesis, in the context of Geometry of Mathematics for the 3rd graders in Primary Education, through the evaluation of two technology-supported embodied environments, which facilitate different levels of embodied learning. More specifically, experimental design was adopted, according to which the students who participated in this study were divided into Experimental Group ($n=36$) and Control Group ($n=35$). The students of the Experimental Group used the digital application "Angle-Makers" – which supports higher levels of embodied learning, while in the students of the Control Group used the digital application "Visnos" – which promotes lower levels of embodied learning, to build their understanding about angles in Geometry. Students' perceptions of their engagement and their conceptual understanding was investigated through the collection of quantitative data (conceptual test and engagement questionnaire) as well as qualitative data (individual interviews). The analysis of the data indicated that the students, who participated in the Experimental Group, demonstrated greater cognitive gains and more positive perceptions regarding their engagement, than the students of the Control Group. In addition, the factors which influenced the engagement of students in the two groups were different, both at the level of the learning process as well as at the level of the technology used. Overall, these results provide empirical documentation on the contribution of technology-supported environments that promote higher levels of embodied learning.

Keywords: Embodied cognition, Technology-supported embodied learning, Engagement, Conceptual understanding, Geometry, Mathematics, Primary education

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vii
ABSTRACT	viii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xiii
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	xiv
1 Εισαγωγή	1
2 Θεωρητικό Πλαίσιο	3
2.1 Ενσώματη Νόηση	3
2.2 Ενσώματη Μάθηση	5
2.3 Νέες Τεχνολογίες και Ενσώματη Μάθηση	6
2.3.1 Nintendo Wii	7
2.3.2 Kinect κάμερα	8
2.3.3 Leap Motion	9
2.3.4 Διαδραστικά Πατώματα	10
2.3.5 Σύνοψη	11
2.4 Ταξινομίες της Ενσώματης Μάθησης και Νέες Τεχνολογίες	11
3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	15
3.1 Γνωστικά αντικείμενα	19
3.2 Ερευνητικός σχεδιασμός	19
3.3 Ερευνητικός σκοπός πειραματικών μελετών	20
3.4 Μαθησιακά αποτελέσματα	20
3.5 Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης	21
	ix

4	Η παρούσα έρευνα	22
4.1	Ερευνητικά Ερωτήματα	23
5	Μεθοδολογία Έρευνας	23
5.1	Επιλογή θεματικής ενότητας	23
5.2	Συμμετέχοντες	24
5.3	Διαδικασίες	26
5.4	Ψηφιακές εφαρμογές	27
5.4.1	Ψηφιακή εφαρμογή «Visnos»	27
5.4.2	Ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες»	29
5.5	Διδακτική παρέμβαση	32
5.5.1	Διδακτική παρέμβαση: Φάση Α΄	32
5.5.2	Διδακτική παρέμβαση: Φάση Β΄	33
5.6	Συλλογή και ανάλυση δεδομένων	37
5.6.1	Εννοιολογικό δοκίμιο μαθηματικών	37
5.6.2	Ερωτηματολόγιο αντιλήψεων ενεργού συμμετοχής των μαθητών	38
5.6.3	Ατομικές συνεντεύξεις	39
6	Αποτελέσματα	40
6.1	Εννοιολογική Κατανόηση μαθητών	40
6.1.1	Αρχική και τελική επίδοση μαθητών της πειραματικής ομάδας	41
6.1.2	Αρχική και τελική επίδοση μαθητών της ομάδας ελέγχου	42
6.1.3	Σύγκριση τελικής επίδοσης των μαθητών των δύο ομάδων	42
6.1.4	Γνωστικά κέρδη και παρανοήσεις μαθητών των δύο ομάδων	43
6.2	Αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή	45
6.2.1	Σύγκριση αντιλήψεων της ενεργού συμμετοχής των μαθητών των δύο ομάδων	45

6.2.2	Αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών των δύο ομάδων σε σχέση με την τελική τους επίδοση	46
6.3	Παράγοντες επίδρασης στις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής μαθητών	47
6.3.1	Ενισχυτικοί παράγοντες: Εκπαιδευτική διαδικασία	48
6.3.2	Ενισχυτικοί παράγοντες: Τεχνολογία	49
6.3.3	Αποδυναμωτικοί παράγοντες: Εκπαιδευτική διαδικασία	50
6.3.4	Αποδυναμωτικοί παράγοντες: Τεχνολογία	51
7	Συζήτηση	51
7.1	Εννοιολογική κατανόηση των μαθητών	52
7.2	Αντιλήψεις ενεργού συμμετοχής των μαθητών	53
7.3	Παράγοντες επίδρασης στις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής μαθητών	55
8	Περιορισμοί Έρευνας	57
9	Συμπεράσματα	59
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	70
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	72
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	73
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV	74
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V	75

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Ταξινομία Ενσώματης Μάθησης κατά τους Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Κοζιυρα (2014).....	13
Πίνακας 2 Ταξινομία Ενσώματης Μάθησης κατά τους Skultowski και Rey (2018)	15
Πίνακας 3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Εμπειρικών Μελετών Ενσώματης Μάθησης με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών μεταξύ 2009 και 2021	16
Πίνακας 4 Σύγκριση Αρχικής Επίδοσης Μαθητών Ομάδας Ελέγχου και Πειραματικής Ομάδας στο Διαγνωστικό Δοκίμιο Μαθηματικών.....	25
Πίνακας 5 Σύγκριση Αρχικής και Τελικής Επίδοσης Μαθητών Πειραματικής Ομάδας	41
Πίνακας 6 Σύγκριση Αρχικής και Τελικής Επίδοσης Μαθητών Ομάδας Ελέγχου.....	42
Πίνακας 7 Σύγκριση Τελικής Επίδοσης Μαθητών της Πειραματικής Ομάδας και της Ομάδας Ελέγχου στο Διαγνωστικό Δοκίμιο Μαθηματικών	43
Πίνακας 8 Εννοιολογική Κατανόηση των Μαθητών των Δύο Ομάδων: Γνωστικά Κέρδη και Παρανοήσεις.....	44
Πίνακας 9 Σύγκριση Αντιλήψεων Ενεργού Συμμετοχής Μαθητών Ομάδας Ελέγχου και Πειραματικής Ομάδας στο Ερωτηματολόγιο Ενεργού Συμμετοχής.....	46
Πίνακας 10 Συσχετίσεις Αντιλήψεων Ανάμεσα στη Συμμετοχή των Μαθητών της Ομάδας Ελέγχου και της Πειραματικής Ομάδας	47
Πίνακας 11 Κατηγοριοποίηση Παραγόντων Επίδρασης στις Αντιλήψεις της Ενεργού Συμμετοχής των Μαθητών ανά Συνθήκη.....	48

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

STEM:	Science, Technology, Engineering and Mathematics
fMRI:	functional Magnetic Resonance Imaging
SMALLab:	Situated Multimedia Arts Learning Lab
GEMC:	Grounded and Embodied Mathematical Cognition

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Embodied cognition	Ενσώματη νόηση
Embodied learning	Ενσώματη μάθηση
Situated cognition	Εγκαθιδρυμένη νόηση
Cognitive engagement	Γνωστική συμμετοχή
Social engagement	Κοινωνική συμμετοχή
Emotional engagement	Συναισθηματική συμμετοχή
Sensory motor engagement	Ενεργοποίηση αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών
Gestural congruency	Συνάφεια κίνησης και μαθησιακού περιεχομένου
Bodily engagement	Σωματική συμμετοχή
Task integration	Συσχέτιση της κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο

1 Εισαγωγή

Αποτελεί γενική παραδοχή ότι οι ευρύτερες κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές αλλαγές είναι στενά συνυφασμένες με την τυπική εκπαίδευση. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και ο αντίκτυπός της στην καθημερινή μας ζωή υποδηλώνει την ανάγκη επανεξέτασης του τρόπου μάθησης (Säljö, 2010). Αναμφίβολα, μία υποσχόμενη μέθοδος μάθησης είναι η ενσώματη μάθηση, δηλαδή η μάθηση κατά την οποία οι κινήσεις του σώματος συσχετίζονται με το μαθησιακό περιεχόμενο, γεγονός που υποστηρίζεται ότι συμβάλλει στην περαιτέρω νοηματοδότησή του μαθησιακού περιεχομένου και κατ' επέκταση στην ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών (Kontra et al., 2012; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013).

Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια, διαφαίνεται μέσα από διάφορες έρευνες ότι η ενσώματη μάθηση κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερο έδαφος στην εκπαίδευση (Goldin-Meadow, Cook, & Mitchell, 2009; Alibali & Nathan, 2012; Kontra, Goldin-Meadow, & Beilock, 2012; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013; Abrahamson & Lindgren, 2014; Skulmowski & Rey, 2018). Επιπλέον, έχει αυξηθεί η ανάγκη μελέτης του σώματος ως φυσική παρουσία και ενεργός συμμετοχή στα μαθησιακά περιβάλλοντα με στόχο την καλύτερη κατανόηση του πώς τα παιδιά μαθαίνουν στο πλαίσιο της ενσώματης μάθησης (Evans, Davies & Rich, 2009). Στην εποχή που διανύουμε λοιπόν, η ενσώματη μάθηση άρχισε να διαδίδεται περαιτέρω εξαιτίας μιας πλειάδας αναδυόμενων κιναισθητικών τεχνολογιών που αναγνωρίζουν την κίνηση του σώματος (π.χ. Kinect κάμερα, αισθητήρας Leap motion, κονσόλα Wii, διαδραστικά πατώματα, κ.λπ.).

Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές, οι τεχνολογίες ενσώματης μάθησης μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να συμβάλουν στην κατανόηση αφηρημένων θεωρητικών εννοιών και ως εκ τούτου έχουν αρχίσει να διαδίδονται όλο και περισσότερο στο πεδίο της διδακτικής των Μαθηματικών, το οποίο άλλωστε, επιδιώκει, ως επί το πλείστο την προώθηση της κατανόησης πολυάριθμων αφηρημένων εννοιών (Johnson, Pavleas, & Chang, 2013). Μόλις το 2017 οι Nathan και Walkington (2017) ανέπτυξαν τη θεωρία της Εγκαθιδρυμένης Ενσώματης Μαθηματικής Νόησης [GEMC: Grounded and Embodied Mathematical Cognition] η οποία υποστηρίζει ότι για την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με την προσέγγιση STEM [Science, Technology, Engineering and Mathematics] – ακόμα και αφηρημένων εννοιών που κυριαρχούν στη Γεωμετρία των Μαθηματικών – οι κιναισθητικές δραστηριότητες, που περιλαμβάνουν την κίνηση και συμμετοχή του σώματος (full-body interactions), καθώς επίσης και την κατανόηση μέσω χειρονομιών (gesture-base interactions), αποτελούν ιδανικά εργαλεία.

Ο τρόπος σκέψης και κατανόησης των Μαθηματικών εξαρτάται από τις ευκαιρίες που μας δίνονται για σωματική κίνηση, αλληλεπίδραση και έκφραση (Hall & Nemirovsky, 2012), καθ' ότι η νόηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το κιναισθητικό μας σύστημα (Barsalou, 2008). Η μάθηση και η ενσώματη νόηση είναι αλληλένδετες, γεγονός που διαφαίνεται κυρίως στη διδασκαλία αρκετών εννοιών και θεωρημάτων

στα Μαθηματικά (Nemirovsky et al., 1998). Στο πλαίσιο αυτό, κατά την τελευταία εικοσαετία δημιουργήθηκαν αρκετές τεχνολογίες ενσώματης μάθησης, όπως τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας [augmented reality] ή τεχνολογίες που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με εικονικά περιβάλλοντα [haptic interfaces] δίνοντας τη δυνατότητα μάθησης των Μαθηματικών με την αξιοποίηση ψηφιακών εφαρμογών που προάγουν τη κίνηση μέσω αφής, χειρονομιών, ή σωματικής κίνησης (Lindgren, & Johnson-Glenberg, 2013).

Παρ' όλα αυτά, οι πληροφορίες που διαθέτουμε για τον τρόπο που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εντάξουν τις τεχνολογίες ενσώματης μάθησης στη διδασκαλία τους είναι περιορισμένες (Flood, Shvarts, & Abrahamson, 2020) καθώς μέχρι στιγμής οι πλείστες εμπειρικές έρευνες έχουν διεξαχθεί σε εργαστηριακά περιβάλλοντα και όχι σε αυθεντικά μαθησιακά περιβάλλοντα, όπως οι σχολικές τάξεις (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Yap, 2015; Lindgren et al., 2016; Georgiou, Ioannou, & Kosmas, 2021). Επιπλέον, αν και έχει γίνει προσπάθεια μέσω εμπειρικών ερευνών για την ανάπτυξη και αξιολόγηση τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων ενσώματης μάθησης (Abrahamson et al., 2020), οι μελέτες αυτές περιορίζονται, κατά κύριο λόγο, στη σύγκρισή τους με παραδοσιακά μαθησιακά περιβάλλοντα. Ωστόσο, οι έρευνες που εστιάζουν στην ενσώματη μάθηση είναι σημαντικό να λαμβάνουν υπόψη από τη μία τη συμμετοχή του σώματος και κατ' επέκταση την ενεργοποίηση των κινητικών λειτουργιών, και από την άλλη τη συνάφεια της σωματικής κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο (Skulmowski & Rey, 2018). Συγκεκριμένα, μια από τις κυρίαρχες ερευνητικές υποθέσεις, η οποία ωστόσο, δεν έχει τύχει ακόμη συστηματικής διερεύνησης είναι ότι όσο μεγαλύτερος ο βαθμός της σωματικής συμμετοχής και όσο μεγαλύτερος ο βαθμός συσχέτισης του μαθησιακού περιεχόμενου και της σωματικής κίνησης που συνθέτουν και την ενσώματη μάθηση, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ενεργός συμμετοχή αλλά και η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών. Υπογραμμίζεται δε ότι η αντιπαραβολή νέων τεχνολογιών που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης είναι γενικότερα ένα ανεξερεύνητο τοπίο, τόσο στο ευρύτερο ερευνητικό πεδίο, όσο και στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω, σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της επίδρασης της ενσώματης μάθησης – μέσα από τη χρήση και αντιπαραβολή ψηφιακών εφαρμογών που προάγουν την ενσώματη μάθηση σε διαφορετικά επίπεδα –στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών καθώς και στις αντιλήψεις ως προς την ενεργό τους συμμετοχή, στο πλαίσιο της Γεωμετρίας, στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών στη Δημοτική Εκπαίδευση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρούσα έρευνα, σε αντίθεση με προηγούμενες εμπειρικές έρευνες που διεξάχθηκαν σε εργαστήρια (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Yap, 2015; Lindgren et al., 2016; Georgiou, Ioannou, & Kosmas, 2021), λαμβάνει χώρα σε αυθεντικό μαθησιακό περιβάλλον τάξης, δηλαδή στο τυπικό

σχολικό χώρο όπου οι μαθητές του Δημοτικού διδάσκονται τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα του αναλυτικού προγράμματος, μεταξύ αυτών και τα Μαθηματικά.

2 Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Ενσώματη Νόηση

Η θεωρία της ενσώματης νόησης (embodied cognition theory) εμφανίστηκε κατά τη δεκαετία του 1990 (Meier, Schnall, Schwarz & Bargh, 2012) και υποστηρίζει ότι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σώμα μας, αλληλοεπιδρά με τις γνωστικές μας διεργασίες (Barsalou, 2008; Wilson & Golonka, 2013), θέτοντας το σώμα και τη νόηση ως άρρηκτα συνδεδεμένα (Goldinger et al., 2016). Η εξερεύνηση του κόσμου από τους ανθρώπους γίνεται μέσω του ίδιου του σώματός τους, π.χ. με την κίνηση του κεφαλιού, των χεριών, των ματιών και την αίσθηση της αφής (Goldinger, Papesh, Barnhart, Hansen, & Hout, 2016). Βάσει της θεωρίας αυτής, η ανθρώπινη νόηση δεν είναι η μόνη ενεργή γνωστική πηγή που έχουμε στη διάθεσή μας, ώστε να επιλύσουμε ένα πρόβλημα. Μία επιπλέον σημαντική πηγή, στη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος, είναι το ίδιο το ανθρώπινο σώμα, και οι αλληλεπιδράσεις που αυτό επιτρέπει με το φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει, γεγονός το οποίο αντικαθιστά αρκετές σύνθετες νοητικές διεργασίες για την επίτευξη ποικίλων μαθησιακών στόχων (Wilson & Golonka, 2013) και δημιουργεί δομές για την απλοποίησή τους (Anderson, 2003).

Τα παιδιά μικρών ηλικιών εκφράζουν και επικοινωνούν διάφορες αντιλήψεις μέσω των χειρονομιών – αντιλήψεις τις οποίες συχνά δεν μπορούν να υποδηλώσουν μέσω του προφορικού λόγου. Μετέπειτα με την απόκτηση ομιλίας, οι ομιλητές συνδυάζουν χειρονομίες και προφορικό λόγο για την καλύτερη επεξήγηση των εννοιών που προσπαθούν να επικοινωνήσουν στους ακροατές τους (Barsalou, 2008). Επί της ουσίας, οι χειρονομίες υπηρετούν τους μηχανισμούς σκέψης του ομιλητή και κατ' επέκταση τις γνωστικές του λειτουργίες, κατά τη διάρκεια έκφρασης των σκέψεών του στην παραγωγή λόγου (Wilson, 2002). Παράλληλα, αντιπροσωπεύουν τον τρόπο σκέψης του ομιλητή και συμβάλλουν στην επικοινωνία (Hostetter & Alibali, 2008). Ακόμα και οι γλωσσολογικές μεταφορές που χρησιμοποιούμε καθημερινά στον λόγο μας είναι πολλές φορές ενσώματες, καθώς ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο και διαμορφώνουμε έννοιες καθορίζεται από τις ιδιομορφίες του ανθρώπινου σώματος και τη λειτουργία του μέσα στον κόσμο (Lakoff & Johnson, 1980). Οι πιο πάνω παραδοχές προδίδουν τον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε και λειτουργούμε, δηλαδή ενσώματα (Barsalou, 2008). Λόγου χάρη, ακούγοντας κανείς την λέξη «κλώτσα» τότε ενεργοποιούνται οι κινητικοί αισθητήρες των ποδιών, ενώ ακούγοντας τη λέξη «γλύψε» τότε ενεργοποιούνται οι κινητικοί αισθητήρες της γλώσσας του (Abrahamson & Lindgren, 2014).

Σύμφωνα με τη θεωρία της ενσώματης νόησης οι γνωστικές διεργασίες πραγματοποιούνται για την υλοποίηση μίας δράσης. Για παράδειγμα, ακόμα και όταν κάποιος κάθεται στον καναπέ του και παρακολουθεί τηλεόραση, επιτελούνται διάφορες γνωστικές διεργασίες όπως είναι η προσοχή, η συγκέντρωση, η κατανόηση της γλώσσας, η απομνημόνευση – γνωστικές διεργασίες που προωθούν μία δράση (Goldinger et al., 2016). Ως εκ τούτου, η κάθε δράση και η υιοθέτηση μιας εκάστοτε συμπεριφοράς καθοδηγείται από τη λειτουργία του μυαλού και των γνωστικών διεργασιών (Wilson, 2002).

Παράλληλα, ένα ευρέως αποδεκτό γεγονός είναι ότι η ανθρώπινη μνήμη και προσοχή οριοθετούνται, και γι' αυτό το λόγο είναι αδύνατο να συγκρατήσουμε και να κωδικοποιήσουμε μεγάλο όγκο πληροφοριών. Η συγκράτηση και ο έλεγχος των πληροφοριών συχνά γίνεται μέσω της αλληλεπίδρασης με τον φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει, ώστε να μειωθεί ο φόρτος των γνωστικών διεργασιών που επιτελούνται (Wilson, 2002). Υπάρχουν αρκετά καθημερινά παραδείγματα που στηρίζουν το εύρημα αυτό, όπως η διαίρεση με χαρτί και μολύβι ή με τη χρήση υπολογιστικής μηχανής αντί της νοερής διαδικασίας διαίρεσης, η αποθήκευση υπενθυμίσεων σε ένα ημερολόγιο αντί της συγκράτησης των ημερομηνιών στο μυαλό (Wilson, 2002), ή η διαδικασία μέτρησης με τη χρήση των δακτύλων (που συναντάται ιδιαίτερα σε παιδιά μικρών ηλικιών) αντί της διαδικασίας μέτρησης σε νοερό επίπεδο (Anderson, 2003). Βέβαια, αρκετές διαδικασίες, όπως η μέτρηση, πολλές φορές γίνονται νοερά χωρίς να πραγματοποιείται κάποια ιδιαίτερη κίνηση. Ωστόσο, κι οι εικόνες που δημιουργούνται στο μυαλό (π.χ. στην πρόσθεση τα παιδιά φαντάζονται ότι ανεβαίνουν σκαλιά και στην αφαίρεση ότι κατεβαίνουν τα σκαλιά μιας σκάλας) αφορούν στην αλληλεπίδραση σώματος και περιβάλλοντος για την νοερή επίλυση ενός προβλήματος (Wilson, 2002).

Σημειώνεται δε ότι σύμφωνα με την επιστήμη της νευροαπεικόνισης, ακόμα και όταν φανταζόμαστε κάτι στο μυαλό μας δημιουργώντας φανταστικές εικόνες, ενεργοποιούνται στον εγκέφαλο οι ίδιες αισθήσεις που ενεργοποιούνται κατά την όραση (Abrahamson & Lindgren, 2014). Συγκεκριμένα, ο ισχυρισμός ότι η κατάσταση που βρίσκεται το μυαλό επηρεάζει το σώμα και το αντίστροφο ενισχύεται άλλωστε και μέσα από σύγχρονες μελέτες νευροεπιστήμων, οι οποίες μελέτησαν συγκεκριμένα μέρη του εγκεφάλου που συνδέονται άμεσα με τη μνήμη με τη βοήθεια εξειδικευμένου fMRI [functional magnetic resonance imaging], αποκαλύπτοντας ότι οι άνθρωποι ανακαλούν τις μνήμες τους είτε σαν να τις βιώνουν οι ίδιοι, είτε «βγαίνοντας» έξω από το σώμα τους και ανακαλώντας τις μνήμες τους σαν εξωτερικοί παρατηρητές (Stocker, 2012), φανερώνοντας ότι η ανάκληση της μνήμης μας παίρνει μία ενσώματη διάσταση.

Πολλοί τομείς, συμπεριλαμβανομένων της Νευροεπιστήμης, της Γνωστικής Ψυχολογίας, της Κοινωνικής Ψυχολογίας, της Νευροψυχολογίας, της Γλωσσολογίας, της Φιλοσοφίας, των Μαθηματικών, του Θεάτρου και του Χορού μελετούν ήδη την ενσώματη νόηση (Barsalou, 2010; Kontra et al., 2012; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Τις δεκαετίες που ακολουθούν, η «εγκαθιδρυμένη νόηση» [situated cognition] – όρος που υιοθετείται από τον Barsalou (2010) για την «ενσώματη νόηση» [embodied cognition]– θα

αναδιαμορφωθεί και θα επηρεάσει διάφορους τομείς γινόμενη κέντρο του ενδιαφέροντός τους ανάμεσα στους οποίους και η εκπαίδευση, στην οποία εστιάζεται η παρούσα διατριβή (Barsalou, 2010).

2.2 Ενσώματη Μάθηση

Η ενσώματη μάθηση βασιζόμενη στην ενσώματη νόηση, είναι η μάθηση η οποία συσχετίζει το ανθρώπινο σώμα, και συγκεκριμένα την κίνηση και την αλληλεπίδρασή μας με το φυσικό περιβάλλον, με τη μάθηση και τη γνωστική ανάπτυξη. Από τον καιρό που γεννιόμαστε οι εμπειρίες που περιλαμβάνουν αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον συμβάλλουν στη διαμόρφωση της αντίληψής μας για τον κόσμο και επιδρούν σε μεγάλο βαθμό στη μάθηση – τα αποτελέσματα δε αυτών των εμπειριών εξακολουθούν να υφίστανται στη μάθησή μας και κατά την ενηλικίωση (Kontra et al., 2012). Η ενσώματη μάθηση δεν αναφέρεται απλώς σε βιωματικές δραστηριότητες, αλλά αναφέρεται κατά κύριο λόγο στη βάση της γνωστικής διαδικασίας η οποία τροφοδοτείται μέσω του σώματος μας, όπως αυτό ενεργοποιείται στο πλαίσιο ποικίλων κιναισθητικών δραστηριοτήτων (Alibali & Nathan, 2012; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την ενσώματη μάθηση, κιναισθητικές δραστηριότητες που σχετίζονται με το μαθησιακό περιεχόμενο καθ' αυτό οδηγούν στην ενίσχυση της μάθησης (Kontra et al., 2012). Ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών καταδεικνύουν ότι η συμπερίληψη του σώματος και της κίνησης στη μαθησιακή διαδικασία επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στη μάθηση (Antle et al., 2009; Barsalou, 2010; Kosmas, Ioannou, & Zaphiris., 2018; Kosmas et al., 2019; Kosmas & Zaphiris, 2020; Georgiou, Ioannou, & Kosmas, 2021). Αυτό όμως που διακρίνει την ενσώματη μάθηση από άλλες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στις οποίες απαιτείται μία η γενικότερη συμμετοχή τους σώματος είναι ότι η δράση του σώματος, και οι κινήσεις που εκτελούνται από τους μαθητές, πρέπει να είναι αναλογικά συνυφασμένες με το μαθησιακό περιεχόμενο, ώστε αυτό να νοηματοδοτείται περαιτέρω και η μάθηση να είναι αποτελεσματικότερη (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013).

Επιπλέον, η ενσώματη δραστηριότητα συμβάλλει σε γνωστικές διεργασίες που εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία όπως είναι η προσοχή, η συγκέντρωση ή ακόμη και μείωση του γνωστικού φορτίου (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Σχετίζεται συχνά με θετικά αποτελέσματα στην εννοιολογική κατανόηση, στην καλλιέργεια δεξιοτήτων (Kontra et al., 2012) ή στην ενίσχυση της ενεργούς συμμετοχής των μαθητών σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, όπως οι Φυσικές Επιστήμες (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Andrade, 2017), και η Γλώσσα (Pan, 2017; Kosmas, Ioannou & Zaphiris, 2018; Macedonia, 2019).

Για παράδειγμα, η φυσική αναπαράσταση μίας ιστορίας από τους ίδιους τους μαθητές κατά την ανάγνωσή της, ενισχύει την κατανόηση της ιστορίας (Abrahamson & Lindgren, 2014). Κατά παρόμοιο τρόπο, η

οπτικοποίηση μαθησιακού περιεχομένου με τη χρήση κινούμενων σχεδίων ενισχύει την εννοιολογική κατανόηση του περιεχομένου αυτού (Skulmowski & Rey, 2018). Επιπρόσθετα, οι έννοιες που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες δεν είναι αποσπασμένες από τον φυσικό κόσμο. Αντίθετα, είναι εις βάθος σωματοποιημένες, κιναισθητικές και απεικονιστικές και αυτή η άποψη λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό της ενσώματης μάθησης. Ακόμα όμως και μαθηματικές έννοιες που θεωρούνται αφηρημένες μπορούν να συγκεκριμενοποιηθούν και να γίνουν καλύτερα αντιληπτές με τη χρήση του σώματος ή χειρονομιών, στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας (Alibali & Nathan, 2012; Hall & Nemirovsky, 2012; Abrahamson & Lindgren, 2014; Tran et al., 2017; Nathan & Walkington, 2017; Skulmowski & Rey, 2018).

Δεν είναι τυχαίο ότι τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ενσώματη μάθηση στα πεδία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, με σκοπό τη σύνδεση του σώματος και της αντίστοιχης ιδέας ή έννοιας (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Ταυτόχρονα, η ενσώματη μάθηση έχει προωθηθεί περαιτέρω μέσα από την ανάδυση καινοτόμων κιναισθητικών τεχνολογιών. Ωστόσο, για την επίτευξη της ενσώματης μάθησης, είναι καίριας σημασίας η καθοδήγηση που θα λάβουν οι μαθητές για τις κινήσεις και τις δράσεις που θα εκτελέσουν αναλόγως του μαθησιακού στόχου, όπως επίσης και η ανατροφοδότηση που θα λάβουν σε πραγματικό χρόνο για την ενίσχυση των κατάλληλων κινήσεων που οδηγούν στην αντίστοιχη εννοιολογική κατανόηση, είτε από τους εκπαιδευτικούς (Abrahamson & Lindgren, 2014), είτε από τις ίδιες τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες που αξιοποιούνται.

2.3 Νέες Τεχνολογίες και Ενσώματη Μάθηση

Η ιδέα ότι η σωματική δραστηριότητα μπορεί να αποτελέσει σημαντικό καταλύτη στη μαθησιακή διαδικασία έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013), ενώ παράλληλα έχει δώσει ώθηση στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών οι οποίες αναγνωρίζουν και λαμβάνουν υπόψη την κινητική δραστηριότητα του χρήστη (Dourish, 2001). Η προσέγγιση της ενσώματης μάθησης ενισχύεται λοιπόν με την ανάδυση ψηφιακών εφαρμογών που αναγνωρίζουν τη φυσική κίνηση, όπως είναι η αναγνώριση χειρονομιών ή/και της θέσης του σώματος, δημιουργώντας ψηφιακά περιβάλλοντα ενσώματης μάθησης (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Τεχνολογίες στις οποίες συνδυάζεται ο πραγματικός με τον εικονικό κόσμο και επιτρέπεται η οποιαδήποτε μορφή κίνησης λογίζονται ως τεχνολογίες ενσώματης μάθησης, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να συλλέξουν δεδομένα της ανθρώπινης κίνησης όπως είναι η θέση, η ταχύτητα, η αναγνώριση μοτίβων κ.ο.κ. (Ayala, Mendivil, Salinas & Rios, 2013).

Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα έχει αρχίσει να καταδεικνύει ότι η αλληλεπίδραση μαθητών με νέες τεχνολογίες οι οποίες προάγουν την κίνηση του σώματος δύναται να συμβάλει στην επίτευξη ψηλότερων

ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων (Skulmowski & Rey, 2018). Ωστόσο, η ενσώματη μάθηση με τη χρήση νέων τεχνολογιών είναι ένα σχετικά πρόσφατο ερευνητικό πεδίο που έχει ξεκινήσει να μελετάται μόλις την τελευταία δεκαετία. Κατά την ένταξη δε των νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης στην εκπαίδευση, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι, όπως για παράδειγμα η καταλληλότητα του τρόπου ανατροφοδότησης των μαθητών, ο φυσικός χώρος της αίθουσας, η επάρκεια του απαραίτητου εξοπλισμού κ.λπ. (Turkay, Hoffman, Kinzer, Chantes, & Vicari, 2014). Μέχρι στιγμής έχουν δημιουργηθεί κάποιες τεχνολογίες οι οποίες δύνανται να υποστηρίξουν την ενσώματη μάθηση συμπεριλαμβανομένων: η Kinect κάμερα της Microsoft, η τεχνολογία Nintendo Wii της Nintendo, το Leap Motion και τα διαδραστικά πατώματα. Οι τεχνολογίες αυτές περιγράφονται συνοπτικά στις υποενότητες που ακολουθούν και η ενότητα ολοκληρώνεται με μια σύντομη σύνοψη.

2.3.1 Nintendo Wii

Η ασύρματη τεχνολογία αισθητήρα κίνησης έγινε δημοφιλής μέσω του Nintendo Wii (Vernadakis, Gioftsidou, Antoniou, Ioannidis, & Giannousi, 2012). Η τεχνολογία Nintendo Wii της Nintendo, είναι μία κονσόλα βίντεοπαιχνιδιών, η πρώτη έκδοση της οποίας δημιουργήθηκε το 2006 (Schlömer, Poppinga, Henze & Boll, 2008). Απαραίτητο στοιχείο της κονσόλας αυτής είναι το πρωτοποριακό χειριστήριό της που αποτελείται από επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων, κάμερα υπέρυθρων υψηλής ανάλυσης, ηχείο, κινητήρα κραδασμών και σύνδεση Bluetooth μέσω ασύρματου δικτύου (Schlömer et al., 2008). Το χειριστήριο ανταποκρίνεται στις κινήσεις του σώματος του χρήστη με αποτέλεσμα να υπάρχει η δυνατότητα αλληλεπίδρασης των κινήσεων του χρήστη και του περιβάλλοντος της οθόνης (Vernadakis et al., 2012) αναγνωρίζοντας την κλίση και την ισορροπία του σώματος, καθώς και απλές χειρονομίες (Schlömer et al., 2008). Υπάρχουν επίσης και άλλα αντικείμενα που μπορούν να συνδεθούν με την εν λόγω κονσόλα όπως για παράδειγμα η γνωστή σανίδα ισορροπίας (Vernadakis et al., 2012) ή το τιμόνι. Το Nintendo Wii προάγει τη φυσική αλληλεπίδραση του χρήστη (Schlömer et al., 2008), και παρέχει μία ποικιλία ψυχαγωγικών αλλά και εκπαιδευτικών παιχνιδιών, δίνοντας στο χρήστη ένα εύρος επιλογών αναλόγως των προτιμήσεών του (Vernadakis et al., 2012).

Στον τομέα της εκπαίδευσης, το Nintendo Wii έχει αξιοποιηθεί στο πλαίσιο ποικίλων γνωστικών αντικείμενων, όπως είναι η Τέχνη, η Φυσική Αγωγή, τα Αγγλικά ως δεύτερη γλώσσα, η Γεωγραφία κ.λπ. (Maldonado, 2012). Μία από τις υπάρχουσες εμπειρικές έρευνες αναφέρει, για παράδειγμα, ότι η τεχνολογία Nintendo Wii έχει συμβάλει στη φυσική άσκηση μαθητών Δημοτικής εκπαίδευσης στο μάθημα της Φυσικής Αγωγής, σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι το παραδοσιακό μάθημα της Φυσικής Αγωγής (Fogel et al., 2021). Επιπλέον, έχει αξιοποιηθεί στο πλαίσιο του μαθήματος της Αγωγής Υγείας στη Δημοτική εκπαίδευση καταδεικνύοντας θετική επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα, καθώς και στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος, των κινήτρων και της ευχαρίστησης των μαθητών σε σχέση με τη μαθησιακή

διαδικασία (Ho et al., 2009). Επίσης, μπορεί να συμβάλει θετικά στη γνωστική ανάπτυξη μέσα από νοητικά παιχνίδια [brain teaser games] που εμπεριέχουν δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος, οπτικοποίησης, ανάλυσης, αναγνώρισης και απομνημόνευσης (Maldonado, 2012). Κατ' επέκταση, οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να εφαρμοστούν για την ενίσχυση των Μαθηματικών, αφού περιλαμβάνουν ανάμεσα σε άλλα την καταμέτρηση, τη σύγκριση και την εκτίμηση (Maldonado, 2012).

2.3.2 Kinect κάμερα

Η Kinect κάμερα της εταιρείας Microsoft είναι ένας αισθητήρας RGB-D ο οποίος μέσω ενός αλγορίθμου ανιχνεύει και αναγνωρίζει την τρισδιάστατη ανθρώπινη κίνηση ενός ή δύο ατόμων και επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της εκάστοτε ψηφιακής εφαρμογής χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου χειριστηρίου (Han, Shao, Xu & Shotton, 2013). Χαρακτηρίζεται ως ένα σύστημα σκελετικού εντοπισμού, αφού αναγνωρίζει τις κινήσεις ολόκληρου του σκελετού του ανθρώπινου σώματος (Johnson-Glenberg, Savio-Ramos & Henry, 2014). Κατά τον Zhang (2012) μέσω της Kinect οι χρήστες αλληλοεπιδρούν χρησιμοποιώντας το σώμα τους με ένα ιδιαίτερα φυσικό τρόπο, γι' αυτό και ένας αρχικός στόχος της δημιουργίας της ήταν να εξελιχθεί και να βελτιωθεί ο τρόπος με τον οποίο βιώνουν οι παίκτες την εμπειρία ενός παιχνιδιού. Η ευρεία χρήση της τεχνολογίας αυτής οφείλεται κυρίως στο χαμηλό κόστος της τεχνολογίας και παράλληλα στην υψηλή ανάλυση βάθους και οπτικής ανίχνευσης (RGB) (Han et al., 2013). Παρ' όλο που η δημιουργία της κάμερας Kinect βρήκε αρχικά πρόσφορο έδαφος στον τομέα της ψυχαγωγίας, εν συνεχεία ξεκίνησε να εφαρμόζεται με επιτυχία στον τομέα της εκπαίδευσης απευθυνόμενη σε ένα εύρος ηλικιακών ομάδων και γνωστικών αντικειμένων. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελούν τα ψηφιακά παιχνίδια KINEMS (<https://www.kinems.com/>) τα οποία έχουν αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της Ειδικής Εκπαίδευσης (Kosmas, Ioannou, & Retalis, 2017; 2018), και πιο πρόσφατα στο πλαίσιο της Ενιαίας και Συμπεριληπτικής εκπαίδευσης σε τάξεις που συνυπάρχουν μαθητές με και χωρίς ειδικές ανάγκες (Ioannou et al., 2020).

Σε ερευνητικό επίπεδο έχει διαφανεί ότι η εν λόγω τεχνολογία συμβάλλει στην προσέλευση της προσοχής των μαθητών, καθώς επίσης και στην ενίσχυση των κινήτρων μάθησης των μαθητών σε σύγκριση με μια πιο «παραδοσιακή» τεχνολογία όπως ο υπολογιστής (Pan, 2017). Βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι η άμεση ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας έτσι στην ενίσχυση της μάθησης (Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Pan, 2017). Επίσης, δεν απαιτείται χειροκίνητος έλεγχος (Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014) προσφέροντας στο χρήστη ελευθερία κινήσεων και διασφαλίζοντας παράλληλα τη «διαμονή» του στο πραγματικό περιβάλλον αφού σύμφωνα με τον ισχυρισμό των Ayala κ.ά. (2013) μέσω των περισσότερων τεχνολογιών που εντάσσονται στην εκπαίδευση (π.χ. ταμπλέτες, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, γυαλιά εικονικής πραγματικότητας, παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας), ο χρήστης χρησιμοποιεί συγκεκριμένες συσκευές που

περιορίζουν την κίνησή του – περιορισμοί οι οποίοι δεν υφίστανται κατά τη χρήση της Kinect κάμερα στο πλαίσιο της ενσώματης μάθησης.

2.3.3 Leap Motion

Η τεχνολογία Leap Motion της εταιρείας Leap Motion αποτελούμενη από τρεις εκπομπούς και δύο κάμερες υπέρυθρης ακτινοβολίας έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει με ακρίβεια υποχλιοστών τη θέση των δακτύλων και κατ' επέκταση τις κινήσεις των χεριών και την αλληλεπίδραση με διάφορες εφαρμογές λογισμικών (Weichert, Bachmann, Rudak & Fisseler, 2013). Το μέγεθος της είναι αρκετά μικρό και εισάχθηκε στην αγορά το έτος 2013 (Pirker, Pojer, Holzinger, & Gütl 2017). Σε σύγκριση με την Kinect κάμερα της Microsoft, η τεχνολογία Leap Motion έχει υψηλότερη ανάλυση κίνησης, αλλά η περιοχή που αναγνωρίζει είναι μικρότερη (Pirker et al., 2017), καθ' ότι αναγνωρίζει την κίνηση των χεριών τα οποία βρίσκονται σε απόσταση περίπου οκτώ κυβικών ποδιών πάνω από τη συσκευή (Chuan, Regina, & Guardino, 2014). Η σύνδεση της τεχνολογίας γίνεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του USB και απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εγκατάσταση του λογισμικού που εμπεριέχει διάφορες αλληλεπιδραστικές εφαρμογές (Pirker et al., 2017).

Μέχρι στιγμής έχουν δημιουργηθεί αρκετές εφαρμογές με χρήση του Leap Motion, όπως παιχνίδια, εφαρμογές για τη δημιουργία και μάθηση μουσικής ή εκμάθηση της νοηματικής γλώσσας (Chuan et al., 2014). Χρησιμοποιείται επίσης και ως μέσο απεικόνισης για τον έλεγχο ιατρικών δεδομένων κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων (Pirker et al., 2017) ή ως μέσο ασκήσεων αποκατάστασης των κινήσεων του χεριού για ανθρώπους που πάσχουν από χρόνια εγκεφαλικό (Khademi et al., 2014). Επιπλέον, έχει συμβάλει στην αναγνώριση της νοηματικής γλώσσας (Chuan, Regina, & Guardino, 2014; Chong & Lee, 2018).

Όσον αφορά στον τομέα της ενσώματης μάθησης υπάρχουν κάποιες πρόσφατες εκπαιδευτικές εφαρμογές της τεχνολογίας Leap Motion. Για παράδειγμα, η ενσώματη εφαρμογή «Μικροί καρδιολόγοι» που λειτουργεί μέσω της τεχνολογίας Leap Motion, φάνηκε να συμβάλλει θετικά στη μάθηση της λειτουργίας και υγείας του κυκλοφορικού συστήματος και χρησιμοποιήθηκε από μαθητές Δημοτικής εκπαίδευσης (ηλικίας: $M = 11.9$) προωθώντας την εννοιολογική τους κατανόηση περί του θέματος (Georgiou & Ioannou, 2020). Επίσης, έχει εφαρμοστεί ως υποστηρικτικό υλικό στο μάθημα της ανατομίας και πιο συγκεκριμένα στη μάθηση της δομής των οργάνων του ανθρώπινου σώματος σε 30 φοιτητές ιατρικής προσεγγίζοντας το περιεχόμενο του μαθήματος διαδραστικά – η προσέγγιση αυτή προκάλεσε το ενδιαφέρον και την ικανοποίηση των φοιτητών (Nainggolan, Siregar & Fahmi, 2016). Θετικά αποτελέσματα στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών διαφάνηκαν και σε πειραματική έρευνα με 20 μαθητές Δημοτικής εκπαίδευσης στην οποία χρησιμοποιήθηκε η εν λόγω τεχνολογία (Deb, Nama, & Saha, 2018).

2.3.4 Διαδραστικά Πατώματα

Τα διαδραστικά πατώματα είναι μία επιπρόσθετη τεχνολογία η οποία έχει αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της ενσώματης μάθησης. Το πιο γνωστό παράδειγμα διαδραστικού πατώματος είναι το SMALLab, ως μια πλατφόρμα μεικτής πραγματικότητας που προάγει την ενσώματη μάθηση. Τα αρχικά της ονομασίας της πλατφόρμας SMALLab αντιπροσωπεύουν τις λέξεις «Situating Multimedia Arts Learning Lab» (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014), καθώς δημιουργήθηκε από ένα συνονθύλευμα ερευνητών από διάφορους τομείς όπως η Εκπαίδευση, η Ψυχολογία, η Τέχνη, η Πληροφορική και τα Διαδραστικά Μέσα (Tolentino et al., 2009). Η συγκεκριμένη πλατφόρμα αποτελείται από ένα ανοιχτό χώρο σε σχήμα κύβου ο οποίος αποτελείται από ένα σύστημα παρακολούθησης αντικειμένων 3D, ένα βιντεοπροβολέα που παρέχει οπτική ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, τέσσερα ηχητικά ηχεία για ανατροφοδότηση ήχου και εντοπιζόμενες ράβδους (glowballs) (Tolentino et al., 2009). Διαθέτει επίσης ένα διαδραστικό πάτωμα διαστάσεων 5m x 5m (Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014) και λειτουργεί χρησιμοποιώντας 12 κάμερες υπέρυθρης ακτινοβολίας για την παρακολούθηση των κινήσεων των μαθητών (Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014). Εντός του διαδραστικού πατώματος οι μαθητές κρατάνε από μία εντοπιζόμενη ράβδο, η οποία έχει τη δυνατότητα να αλληλοεπιδρά με το πάτωμα, και έτσι οι μαθητές αλληλοεπιδρούν ως τρισδιάστατοι «κέρσορες» με το διαδραστικό πάτωμα (Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014).

Μέσω της εν λόγω πλατφόρμας έχουν αναπτυχθεί και διερευνηθεί αρκετές διαδραστικές προσομοιώσεις που αναλογούν σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα όπως είναι η Γλώσσα, τα Μαθηματικά, οι Φυσικές Επιστήμες και η Ειδική Αγωγή (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Οι μαθητές μελετούν διάφορα φαινόμενα όντας εμπυθισμένοι στη προσομοίωση εντός τους διαδραστικού πατώματος, το οποίο ενεργοποιεί πολλαπλές αισθητηριακές εισόδους μέσω των διάφορων ερεθισμάτων με τη βοήθεια της τεχνολογίας και επιτυγχάνει με αυτόν τον τρόπο να προσελκύσει την προσοχή των μαθητών (Tolentino et al., 2009). Ένα πλεονέκτημα της πλατφόρμας SMALLab είναι η προαγωγή της συνεργατικότητας (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014) αφού μπορούν ταυτόχρονα να συνεργάζονται μέχρι και τέσσερις μαθητές (Tolentino et al., 2009; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014). Βέβαια, όσοι μαθητές βρίσκονται εκτός του ενεργού διαδραστικού πατώματος και κάθονται γύρω-γύρω, συνεργάζονται μέσω της συζήτησης και άλλων δραστηριοτήτων τόσο μεταξύ τους, όσο και με τους μαθητές που αλληλοεπιδρούν με το πάτωμα, αφού μπορούν να δουν και να ακούσουν τα οπτικά, κειμενικά, φυσικά και ηχητικά μέσα και μπορούν να επικοινωνήσουν απευθείας με τους συνομηλίκους τους που βρίσκονται εντός

του διαδραστικού πατώματος (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014). Ως εκ τούτου, η πλατφόρμα SMALLab έχει τη δυνατότητα να εμπλέκει οπτικά, ακουστικά και κιναισθητικά αισθητηριακά συστήματα που είναι βασικά στοιχεία της αποτελεσματικής μάθησης και με αυτόν τον τρόπο μία ολόκληρη τάξη μαθητών μπορεί να βιώσει ένα τυπικό σενάριο σε χρόνο μίας τυπικής σχολικής περιόδου (Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziura, 2014).

2.3.5 Σύνοψη

Η Kinect κάμερα της Microsoft, η τεχνολογία Nintendo Wii της Nintendo, το Leap Motion και τα διαδραστικά πατώματα, ως έχουν παρουσιαστεί στις προηγούμενες υποενότητες αποτελούν καινοτόμες τεχνολογίες οι οποίες έχουν ξεκινήσει να αξιοποιούνται σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα περιβάλλοντα ενσώματης μάθησης. Κάθε τεχνολογία έχει τις δικές της δυνατότητες και τους δικούς της περιορισμούς και ως εκ τούτου, μπορεί να προωθήσει την ενσώματη μάθηση σε διαφορετικό βαθμό. Στο πλαίσιο αυτό, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι κατά τα τελευταία χρόνια αρκετοί ερευνητές, προσπαθούν να ταξινομήσουν τις τεχνολογίες της ενσώματης μάθησης με διαφορετικές προσεγγίσεις. Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται και συζητούνται οι δύο κυριότερες ταξινομίες που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης.

2.4 Ταξινομίες της Ενσώματης Μάθησης και Νέες Τεχνολογίες

Μία πρώτη ολοκληρωμένη ταξινόμια της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης ως προς τις παραμέτρους, τα επίπεδα και τις τεχνολογίες που αντιστοιχούν στο κάθε επίπεδο είναι αυτή των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014). Οι Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) βασίστηκαν σε τρεις παραμέτρους που, κατά την άποψή τους, διαδραματίζουν ρόλο στην κατηγοριοποίηση του βαθμού της ενσώματης μάθησης που προάγεται, τις οποίες και ορίζουν ως εξής: (α) το ποσοστό ενεργοποίησης αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών, (β) τη συνάφεια μεταξύ κίνησης και μαθησιακού περιεχομένου, και (γ) την αίσθηση της εμπύθισης. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις τρεις παραμέτρους, οι Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) έχουν κατηγοριοποιήσει την ενσώματη μάθηση σε τέσσερα επίπεδα, ιεραρχώντας τα από το ψηλότερο που είναι το τέταρτο επίπεδο, στο χαμηλότερο που είναι το πρώτο επίπεδο, όπως αναλύονται στη συνέχεια.

- Τέταρτο επίπεδο = Περιλαμβάνει μετακίνηση η οποία έχει ως αποτέλεσμα υψηλό βαθμό συμμετοχής αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών. Οι χειρονομίες και οι κινήσεις συνδέονται άμεσα με το μαθησιακό περιεχόμενο. Οι μαθητές εμπυθίζονται έντονα στο μαθησιακό περιβάλλον. Στο ψηλότερο επίπεδο εντάσσονται διαδραστικά περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας με

μεγάλες οθόνες και διαδραστικά πατώματα, όπως η πλατφόρμα SMALLab, (<https://www.smalllearning.com/smallab>) η οποία αντιστοιχεί σε ένα διαδραστικό δωμάτιο με διάφορους αισθητήρες κίνησης και διαδραστικές οθόνες στο πάτωμα, όπου τα παιδιά μαθαίνουν μέσω ποικίλων κιναισθητικών δραστηριοτήτων.

- Τρίτο επίπεδο = Στο επίπεδο αυτό δεν υπάρχει το στοιχείο της έντονης μετακίνησης στο χώρο, καθώς εμπλέκεται μεν κινησιολογικά ολόκληρο το σώμα, ωστόσο αυτό βρίσκεται σταθερό στην ίδια σχετικά περιοχή. Υπάρχει επίσης ένα σημαντικό ποσοστό σύνδεσης της κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο και οι μαθητές εμπυθίζονται στο μαθησιακό περιβάλλον. Τεχνολογίες που κατατάσσονται στον τρίτο βαθμό είναι μεγάλες οθόνες όπως οι διαδραστικοί πίνακες σε συνδυασμό με αισθητήρες κίνησης όπως είναι η Kinect κάμερα της Microsoft, το Nintendo Wii, διαδραστικά τραπέζια [interactive tables] με οθόνη αφής που προάγουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, και οθόνες κεφαλής [head mounted displays] που φοριούνται σαν κράνη στα κεφάλια των χρηστών δίνοντας τους τη δυνατότητα να βιώσουν μία τρισδιάστατη εμπειρία.
- Δεύτερο επίπεδο = Στο επίπεδο αυτό οι μαθητές είναι συνήθως καθισμένοι και υπάρχει κίνηση του άνω μέρους του σώματος ενώ κατά κύριο λόγο επικρατεί η αλληλεπίδραση μέσω χειρονομίας [gesturing]. Οι διεπαφές μπορεί να είναι ιδιαίτερα διαδραστικές, ωστόσο δεν υπάρχει σύνδεση της χειρονομίας με το μαθησιακό περιεχόμενο. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται μικρότερες οθόνες όπως η οθόνη tablet, και ως εκ τούτου οι μαθητές δεν εμπυθίζονται ιδιαίτερα στο περιβάλλον. Στο επίπεδο αυτό κατατάσσονται τεχνολογίες οθόνης ηλεκτρονικού υπολογιστή ή tablet. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελούν οι προσομοιώσεις PhET - Forces and Motion 2.0 (<https://phet.colorado.edu/m/>) που αφορούν περιεχόμενο Φυσικών Επιστημών, με τις οποίες οι μαθητές αλληλοεπιδρούν χρησιμοποιώντας το ποντίκι του υπολογιστή.
- Πρώτο επίπεδο = Στο επίπεδο αυτό οι μαθητές είναι κυρίως καθισμένοι και παρατηρούν ως παθητικοί δέκτες κάποιο βίντεο ή προσομοίωση. Δεν προάγεται η διαδραστικότητα, και ως εκ τούτου δεν υφίσταται καμία σύνδεση χειρονομίας με το μαθησιακό περιεχόμενο. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται μικρότερες οθόνες όπως η οθόνη tablet, και ως εκ τούτου οι μαθητές δεν εμπυθίζονται ιδιαίτερα στο περιβάλλον. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελούν τα βίντεο από το National Geographic, τα οποία αξιοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Για σκοπούς κατανόησης της ταξινομίας των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziupa (2014) δημιουργήθηκε ο πιο κάτω πίνακας (Πίνακας 1), μεταφρασμένος βάσει του ήδη υπάρχοντα πίνακα των ερευνητών.

Πίνακας 1

Ταξινόμια Ενσώματης Μάθησης κατά τους Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014)

ΕΠΙΠΕΔΑ	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΩΝ & ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ - ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ	ΑΙΣΘΗΣΗ ΕΜΒΥΘΙΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
4ο	Συνεχής κίνηση όλου του σώματος στον χώρο	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Περιβάλλοντα μικτής πραγματικότητας (SMALLab)
3ο	Κίνηση όλου του σώματος τοποθετημένο σε ένα σημείο	Μερική	Υψηλή	Ανίχνευση κίνησης/Μεγάλες οθόνες (Kinect κάμερα, Nintendo Wii)
2ο	Κίνηση άνω μέρους του σώματος	Καμία	Χαμηλή	Μικρή διαδραστική οθόνη (διαδραστικές προσωμοιώσεις Phet)
1ο	Μερική κίνηση άνω μέρους του σώματος	Καμία	Καμία	Μικρή οθόνη παρατήρησης (βίντεο, προσωμοιώσεις)

Στο πρώτο επίπεδο ενσώματης μάθησης, ως έχει αναφερθεί, ανήκουν κυρίως τεχνολογίες οι οποίες προάγουν την ενσώματη μάθηση μέσω της παρατήρησης – ακόμα δηλαδή και η παρατήρηση έχει τη δυνατότητα να προάγει την ενσώματη μάθηση. Ωστόσο, πιθανόν να μην είναι τόσο αποτελεσματική, όσο τα ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης (δηλ. το τρίτο και το τέταρτο επίπεδο) που συνδυάζουν τη συμμετοχή του σώματος, την ισχυρή νευρομυϊκή ενεργοποίηση και τις εμπυθιστικές οθόνες (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Οι Campos κ.ά. (2000) πιστεύουν ότι η μετακίνηση είναι πολύ ισχυρός παράγοντας στη διαδικασία της ενσώματης μάθησης, επειδή σχετίζεται άμεσα με αισθητηριακές και κινητικές λειτουργίες. Όπως υποστηρίζουν, η μετακίνηση μεταβάλλει το μαθησιακό περιβάλλον μέσω της αυτοπροωθούμενης κίνησης και της παράλλαξης, δηλαδή της διαφορετικής θέασης των πραγμάτων από διαφορετικά σημεία, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει στην αίσθηση της εμπύθισης.

Ωστόσο, οι Skulmowski και Rey (2018) τονίζουν το κενό στο θεωρητικό υπόβαθρο των τεσσάρων επιπέδων ενσώματης μάθησης, όπως αυτά ορίστηκαν από τους Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) καθώς και στην εμπειρική τους τεκμηρίωση μέσω διεξαγωγής εμπειρικών μελετών. Επιπλέον, πέρα από τους Skulmowski και Rey (2018), στην ταξινόμια των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) αντιτίθενται και οι Tran, Smith, και Buschkuehl (2017) αμφισβητώντας το συνδυασμό των τριών παραμέτρων, δηλ. (α) την ενεργοποίηση αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών, (β) τη συνάφεια κίνησης και μαθησιακού περιεχομένου, και (γ) την αίσθηση της εμπύθισης, ως περιγραφικές διαστάσεις της ενσώματης μάθησης.

Στο πλαίσιο αυτό, οι Skulmowski και Rey (2018) πρότειναν τη δική τους ταξινόμια. Σε σχέση με την πρώτη παράμετρο της ταξινόμιας των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) «sensory motor engagement» [ενεργοποίηση αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών], οι Skulmowski και Rey (2018) ισχυρίζονται ότι ο ορισμός αυτός περιορίζεται στο νευρικό σύστημα, γι' αυτό και υιοθετούν τον ορισμό «bodily engagement» [σωματική συμμετοχή]. Ο ορισμός αυτός αποδίδει, κατά τους ίδιους, καλύτερα το φάσμα της σωματικής συμμετοχής και των κινήσεων που περιλαμβάνονται στην ενσώματη μάθηση. Ως προς τη δεύτερη παράμετρο της ταξινόμιας των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) που έχει οριστεί ως «gestural congruency» [συνάφεια κίνησης και μαθησιακού περιεχομένου], αυτή έχει σκιαγραφηθεί ως μια ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος στο πλαίσιο της ενσώματης μάθησης από τους Skulmowski και Rey (2018). Όμως, οι ελλείψεις πληροφορίες που δίνονται από τους Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) για την παράμετρο αυτή, αποτελούν, σύμφωνα με τους Skulmowski και Rey (2018), και μια σημαντική αδυναμία της ταξινόμιας τους. Τέλος, οι Skulmowski και Rey (2018) είναι εντελώς αντίθετοι με τη βαρύτητα που προσδίδεται στην παράμετρο της εμπύθισης στην ταξινόμια των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014), επισημαίνοντας ότι στις έρευνες τους περί ενσώματης μάθησης οι Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014) δεν μέτρησαν την εμπύθιση των συμμετεχόντων αλλά αντ' αυτού υπέθεσαν σε θεωρητικό και μόνο επίπεδο, τα όσα υποστήριζαν σε σχέση με την εμπύθιση.

Εν κατακλείδι, η ταξινόμια των Skulmowski και Rey (2018) αποτελείται από δύο άξονες. Ο οριζόντιος άξονας της ταξινόμιας αντιστοιχεί στη συμμετοχή του σώματος, κατηγοριοποιώντας την σε χαμηλή και υψηλή συμμετοχή του σώματος. Συγκεκριμένα, στην ταξινόμια των Skulmowski και Rey (2018) τα χαμηλά επίπεδα σωματικής συμμετοχής [bodily engagement], αντιστοιχούν στο 1^ο και στο 2^ο επίπεδο της ταξινόμιας των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014), ενώ τα υψηλά επίπεδα σωματικής συμμετοχής αντιστοιχούν στο 3^ο και στο 4^ο επίπεδο της ταξινόμιας των Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino και Koziura (2014). Ο κάθετος άξονας αντιστοιχεί στη συσχέτιση της σωματικής κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο [task integration], κατηγοριοποιώντας τη συσχέτιση αυτή σε τυχαία και συνυφασμένη συσχέτιση. Συγκεκριμένα, κατά τους Skulmowski και Rey (2018) η συμμετοχή του σώματος δεν πρέπει να θεωρείται η σημαντικότερη παράμετρος της ενσώματης μάθησης, υποστηρίζοντας ότι οι έρευνες που εστιάζουν στην ενσώματη μάθηση θα πρέπει να διερευνούν κατά κύριο λόγο τη συσχέτιση της κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο. Σύμφωνα με τους εν λόγω ερευνητές ακόμη και πολύ μικρές αλλαγές στον τρόπο που θα ενταχθεί η σωματική κίνηση δύναται να επηρεάσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει μία ταξινόμια 2x2. Για σκοπούς καλύτερης κατανόησης της ταξινόμιας των Skulmowski και Rey (2018) δημιουργήθηκε ο πιο κάτω πίνακας (Πίνακας 2), μεταφρασμένος βάσει του ήδη υπάρχοντα πίνακα των ερευνητών.

Πίνακας 2

Ταξινόμια Ενσώματης Μάθησης κατά τους Skulmowski και Rey (2018)

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ - ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ	ΣΥΝΥΦΑΣΜΕΝΗ	• Σωματικές κινήσεις συνυφασμένες με το μαθησιακό περιεχόμενο	• Σωματικές κινήσεις συνυφασμένες με το μαθησιακό περιεχόμενο
		• Στατικές δραστηριότητες	• Δραστηριότητες με κινητικότητα
	ΤΥΧΑΙΑ	• Παρεπόμενες σωματικές κινήσεις	• Παρεπόμενες σωματικές κινήσεις
		• Στατικές δραστηριότητες	• Δραστηριότητες με κινητικότητα
		ΧΑΜΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ			

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υιοθετεί την ταξινόμια των Skulmowski και Rey (2018) και καθοδηγείται από το γεγονός ότι δεν έχει διερευνηθεί ακόμη κατά πόσο τα ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης, όπως αυτά προάγονται από τη μεγαλύτερη συσχέτιση κίνησης – μαθησιακού περιεχομένου και σωματικής συμμετοχής, συνεπάγονται και καλύτερη μαθησιακή απόδοση. Στο Κεφάλαιο 3 «Βιβλιογραφική ανασκόπηση» που ακολουθεί, τεκμηριώνεται περαιτέρω το ερευνητικό αυτό κενό.

3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η τεχνολογικά-υποστηριζόμενη ενσώματη μάθηση έχει αποτελέσει ένα σχετικά πρόσφατο αντικείμενο μελέτης στον τομέα της εκπαίδευσης και συνεχίζει να βρίσκεται μέχρι και σήμερα στο επίκεντρο ολοένα και περισσότερων ερευνών. Ο Πίνακας 3, ο οποίος ακολουθεί, παρουσιάζει συνοπτικά τις εμπειρικές μελέτες που εντάχθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας διατριβής καλύπτοντας τα τελευταία 12 χρόνια. Βασικό κριτήριο συμπερίληψης των εμπειρικών μελετών ήταν να ακολουθούν πειραματικό σχεδιασμό. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται και συζητούνται 22 εμπειρικές μελέτες, που παρουσιάζουν διδακτικές παρεμβάσεις τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης για μαθητές 4-18 ετών, οι οποίες αξιολογήθηκαν μέσω πειραματικού σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, οι εμπειρικές μελέτες αναλύονται και συζητούνται ως προς: (α) τα γνωστικά αντικείμενα στα οποία εστίασαν, (β) τον ερευνητικό τους σχεδιασμό, (γ) τον ερευνητικό τους σκοπό, και (δ) τα μαθησιακά τους αποτελέσματα. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με μια σύνοψη της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Πίνακας 3

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Εμπειρικών Μελετών Ενσώματης Μάθησης με τη Χρήση Νέων Τεχνολογιών μεταξύ 2009 και 2021

A/A Έτος	1 2009	2 2009	3 2013	4 2013	5 2013	6 2013	7 2014		
	Johnson-Glenberg, Birchfield & Usyal	Tolentino, Birchfield, Megowan-Romanowicz, Johnson-Glenberg, Kelliher, & Martinez	Johnson, Pavleas, & Chang	Kuo, Hsu, Fang, & Chen	Sylla	Homer et al.	Hung, Lin, Fang, & Chen		
Γνωστικό Αντικείμενο	Γεωλογία (Τοπογραφία: Contour mapping scenario)	Χημεία	Μαθηματικά (άλγεβρα: γραμμικές και μη γραμμικές συναρτήσεις)	Γλώσσα (Αγγλικά)	Αφήγηση Ιστοριών	Ανάγνωση (Ψηφιακός Γραμματισμός)	Φυσική (Διάθλαση)		
Δείγμα (n)	n=72	n=97		n=50	n=14	n=39 προδημοτική (n=29) Α' δημοτικού (n=18)	n= 51		
Τάξη ή Ηλικία Μαθητών	Γ' Γυμνασίου	Α' και Β' Λυκείου 15-17 ετών	Γυμνάσιο και Λύκειο	Ε' δημοτικού 10-11 ετών	Προ δημοτική, 4-5 ετών	5-7 ετών	Ε' δημοτικού 10-11 ετών		
Ερευνητικός Σχεδιασμός	Μεικτός σχεδιασμός: 1) Πειραματικός Σχεδιασμός δύο ομάδων 2) Προπαιραματικός Σχεδιασμός: Σχεδιασμός – προελέγχου – μιας ομάδας	Πειραματικός Σχεδιασμός: Δύο ομάδες: (μέχρι το στάδιο του mid test) 1η) pre test – SMALLab – mid test 2η) pre test - Παραδοσιακή Διδασκαλία – mid test	Στη συνέχεια: Προπαιραματικός Σχεδιασμός: Σχεδιασμός – προελέγχου – μετά-ελέγχου μιας ομάδας (μετά το mid test) 1η) Παραδοσιακή διδασκαλία χωρίς Post test 2η) SMALL Lab με post test	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Σχεδιασμός – προελέγχου – μιας ομάδας Ως παρέμβαση η πλατφόρμα SMALLab	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Μελέτη περίπτωσης μιας κρούσης Τεχνολογία Microsoft Kinect: The KinectMath Project	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες: 1η) Ελέγχου: Παραδοσιακή διδασκαλία (n=25) 2η) Πειραματική: ενσώματη μάθηση με τη βοήθεια Kinect camera (n=25)	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Μελέτη περίπτωσης Ηλεκτρονική πλατφόρμα απτού συστήματος [tangible system] με τη χρήση Η/Υ	Πειραματικός σχεδιασμός: Τρεις ομάδες 1η) Ανάγνωση παραμυθιού από ενήλικα (n=14) 2η) Χρήση ήρωα Kinect για την ανάγνωση παραμυθιού χωρίς δραστηριότητες (n=13) 3η) Χρήση ήρωα Kinect για την ανάγνωση παραμυθιού και ενσώματες δραστηριότητες (n=12)	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Ελέγχου: μάθηση μέσω Η/Υ, n=24 2η) Πειραματική: ενσώματη μάθηση με Kinect camera, n=27
Γνώσεις	• Υψηλότερα γνωστικά κέρδη μέσω του SMALLab		• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα	• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα		• Κέρδη ως προς τις αναγνωστικές δεξιότητες 1η και 3η ομάδα	• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα		
Δεξιότητες			• Χωρικές συλλογιστικές δεξιότητες • Καλλιέργεια συνεργατικής μάθησης		• Διατήρηση της γνώσης	• Καλλιέργεια συνεργατικής μάθησης • Εκμάθηση νέου λεξιλογίου			
Συμμετοχή	• Ενεργός συμμετοχή	• Κίνητρο για τη διαδικασία μάθησης	• Αυξημένο ενδιαφέρον κατά τη διαδικασία μάθησης	• Θετική στάση ως προς τη διαδικασία μάθησης	• Δημιουργία κινήτρων συμμετοχής	• Υψηλό ενδιαφέρον και στις 3 ομάδες, καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στα κίνητρα μάθησης			

A/A	8	9	10	11	12	13	14	15
Έτος Δημοσίευσης	2014	2014	2014	2015	2015	2015	2016	2016
	Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa	Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry	Nijs & Leman	Si	Wei, Chen & Chen	Yap, Zheng, Tay, Yen & Do	Lindgren, Tscholl, Wang & Johnson	Anderson & Wall
Γνωστικό Αντικείμενο	Βιολογία – Φυσικές Επιστήμες (Μετάδοση ασθενειών)	Διατροφολογία (5 θεραπευτικά συστατικά των τροφών)	Μουσική: εκμάθηση κλαρίνου	Γλώσσα (Κινέζικα ως δεύτερη γλώσσα)	Φυσική (Ηλεκτρικά Κυκλώματα)	Αλφάβητο	Φυσική Διδασκαλία βαρύτητας και πλανητικής κίνησης	Φυσική (μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση)
Δείγμα (n)	n=56	n=20	n=14	n=20	n=80	n= 500	n=113	n=692
Τάξη ή Ηλικία Μαθητών	B' – Γ' Λυκείου	A' – B' Γυμνασίου 11 – 13 ετών	6-7 ετών A' δημοτικού n=7 B' δημοτικού n=5	6-8 ετών		4-7 ετών	12-13 ετών	Γ' Λυκείου
Ερευνητικός Σχεδιασμός	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Ελέγχου: παραδοσιακή διδασκαλία 2η) Πειραματική: διδασκαλία με ειδική διαδραστική αίθουσα SMALLab: εσώματη μάθηση με νέες τεχνολογίες	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Ελέγχου: διαδραστικός πίνακας, n=10 2η) Πειραματική: ενσώματη με Kinect camera, n=10	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Ελέγχου n=6 παραδοσιακή διδασκαλία 2η) Πειραματική: Ενσώματη μάθηση n=6 μέσω του Music Paint Machine	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Μελέτη περίπτωσης μίας κρούσης: Microsoft Kinect	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1) Ελέγχου: παραδοσιακή διαδικασία μάθησης 2) Πειραματική: Ενσώματη μάθηση μέσω νέων τεχνολογιών	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Μελέτη περίπτωσης μίας κρούσης Word Out: Διαδραστικό παιχνίδι με Microsoft Kinect	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Ελέγχου: αλληλεπιδραστική προσομοίωση στην επιφάνεια ΗΥ καθομιόμενοι στην καρέκλα, n=55 2η) Πειραματική: ίδια προσομοίωση εμπλέκοντας όμως ενεργά το σώμα τους στη διαδικασία μάθησης αλληλοεπιδρώντας με την προσομοίωση και βιώνοντας εμπειρικά το διδακτικό αντικείμενο με τη βοήθεια της χρήσης νέων τεχνολογιών, n=58	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Πειραματική: Διδάχτηκε τα θέματα μέσω της Kinect camera σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα γραφημάτων φυσικής 2η) Ελέγχου: παραδοσιακή διδασκαλία
Γνώσεις	• Υψηλότερα γνωστικά κέρδη • Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το γνωστικό φορτίο	•Καμία στατιστικά σημαντική διάφορα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου-Υψηλότερα γνωστικά κέρδη και στις 2 ομάδες	• Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τη μάθηση του οργάνου μεταξύ των ομάδων	• Μαθησιακά κέρδη ως προς το λεξιλόγιο και την ομιλία	• Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τα γνωστικά κέρδη	• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα στην εννοιολογική κατανόηση της φυσικής	• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα • Καμία διαφορά ως προς τα γνωστικά κέρδη	
Δεξιότητες		• Διατήρηση της γνώσης			• Καλλιέργεια συνεργατικής μάθησης • Συνέβαλε στη μείωση της συναισθηματικής σύγκρουσης	• Καλλιέργεια συνεργασίας μεταξύ: α) συνομήλικων, β) γονέα-παιδιού, γ) δάσκαλου-παιδιού • Ανάπτυξη σωματικής συνείδησης		
Συμμετοχή			• Ενεργός ρόλος στη μάθηση • Αύξηση του ενθουσιασμού	• Υψηλότερο ενδιαφέρον • Υψηλότερη προσοχή • Υψηλότερη περιέργεια		• Ενεργοποίηση προσοχής, εμβύθισης, πρόκλησης		

A/A	16	17	18	19	20	21	22
Έτος Δημοσίευσης	2016	2017	2017	2018	2018	2018	2021
	Zhu , Cheng, Chew, Wu , Hsu, & Chen	Andrade	Pan	Kosmas, Ioannou & Retalis	Kosmas, Ioannou & Zaphiris	Lan, Fang, Hsiao, & Chen	Georgiou, Ioannou, & Kosmas
Γνωστικό Αντικείμενο	Αγγλικά ως ξένη γλώσσα(αλφάβητο & μέρη του σώματος)	Επιστήμη (Οικοσύστημα)	Αγγλικά (λεξιλόγιο)	Παιχνίδια μνήμης και συγκέντρωσης της πλατφόρμας kinems για παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες	Δεξιότητες Γλώσσας και Μνήμη	Γλώσσα (Αγγλική ως ξένη – φράσεις που σχετίζονται με τον αθλητισμό)	Μαθηματικά (Γεωμετρία - Γωνίες)
Δείγμα (n)	n=17	n=15	n=120	n=31	n=52	n=69	n=31
Τάξη ή Ηλικία Μαθητών	4 - 6 ετών	9 ετών	ΣΤ' Δημοτικού 12 ετών	6-12 ετών (Μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες)	Β' - Γ' Δημοτικού 7-10 χρονών	10-11 ετών	7-10 ετών
Ερευνητικός Σχεδιασμός	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Πειραματική: Ενσώματη με Kinect camera, n= 9 2η) Ελέγχου: Παραδοσιακή διδασκαλία με πίνακα, n=8	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Σχεδιασμός προελέγχου – μετά-ελέγχου μίας ομάδας 2η) Τεχνολογία ενσώματης προσομείωσης	Πειραματικός σχεδιασμός: Τρεις ομάδες 1η) Παραδοσιακή διδασκαλία n=40 2η) Ποδοσφαιρικό παιχνίδι εκμάθησης λέξεων με χρήση Η/Υ n=40 3η) ποδοσφαιρικό παιχνίδι εκμάθησης λέξεων με χρήση Kinect n=40	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Σχεδιασμός προελέγχου – μετά-ελέγχου μίας ομάδας 2η) Παιχνίδια kinems: «Unboxit» «Melody tree»	Προ-πειραματικός σχεδιασμός: Σχεδιασμός προελέγχου – μετά-ελέγχου μίας ομάδας 2η) Παιχνίδια kinems: «Unboxit», «Lexis»	Πειραματικός σχεδιασμός: Τρεις ομάδες 1η) Ενσώματη με Kinect (gesture-based), n=25 2η) Second Life (παρακολούθηση κίνηση avatar στη θέση του μαθητή) πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας στον Η/Υ, n= 22 3η) Παραδοσιακή διδασκαλία με χαρτί, n=22	Πειραματικός σχεδιασμός: Δύο ομάδες 1η) Πειραματική: Ενσώματη με Kinect, n=15 2η) Ελέγχου: Ενσώματη χωρίς τη χρήση τεχνολογίας, n=16
Γνώσεις	• Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τα γνωστικά αποτελέσματα	• Υψηλότερα γνωστικά κέρδη	• Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Υψηλότερα αποτελέσματα και στις 3.		• Υψηλότερα γνωστικά κέρδη στη γλώσσα (συλλαβισμός, ανάπτυξη , κατανόηση εξιλογίου)	• Υψηλότερα γνωστικά αποτελέσματα της 1ης και 2ης ομάδας από την 3η ομάδα. Ωστόσο, υψηλότερα της 2ης από την 1η. 1η>3η>2η	• Υψηλότερα γνωστικά κέρδη
Δεξιότητες			•Διατήρηση γνώσης στην ομάδα 2 και 3	• Αύξηση βραχύχρονης μνήμης (• αύξηση συγκέντρωσης & • αύξηση προσοχής)	• Ανάπτυξη βραχυχρονης μνήμης		
Συμμετοχή	• Καμία διαφορά ως προς τη συμμετοχή			• Θετική στάση ως προς τη διαδικασία μάθησης • Ενίσχυση αυτοπεποίθησης •Ενίσχυση ενθουσιασμού			• Υψηλότερα κέρδη στη συναισθηματική συμμετοχή • Καμία διαφορά στη κοινωνική και συναισθηματική συμμετοχή •Καμία διαφορά ανάμεσα στις 2 ομάδες σε σχέση με το άγχος στα μαθηματικά

3.1 Γνωστικά αντικείμενα

Όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 3, η ενσώματη μάθηση με τη χρήση νέων τεχνολογιών προσεγγίστηκε από πολλούς ερευνητές σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Ειδικότερα, η ενσώματη μάθηση με χρήση νέων τεχνολογιών διερευνήθηκε στο γνωστικό αντικείμενο του γλωσσικού αλφαριθμητισμού ($n=9$ έρευνες, δηλ. 40,9 %) (Kuo, Hsu, Fang, & Chen, 2013; Sylla, 2013; Homer et al., 2013; Si, 2015; Yap et al., 2015; Zhu et al., 2016; Pan, 2017; Kosmas, Ioannou & Zaphiris, 2018; Lan, Fang, Hsiao, & Chen, 2018). Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσοστό των ερευνών ($n=8$ έρευνες, δηλ. 36,4%) μελέτησε την ενσώματη μάθηση με τη χρήση νέων τεχνολογιών στο γνωστικό αντικείμενο των φυσικών επιστημών (Johnson-Glenberg, Birchfield & Usyal, 2009; Tolentino et al., 2009; Hung, Lin, Fang, & Chen, 2014; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Wei, Chen & Chen, 2015; Lindgren, Tscholl, Wang & Johnson, 2016; Anderson & Wall, 2016; Andrade, 2017). Η χρήση νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης στην εκμάθηση Μουσικής εντοπίστηκε μόνο σε μία μελέτη ($n=1$ έρευνα, δηλ. 4,5%) (Nijs & Leman, 2014), όπως και στον τομέα της Διατροφολογίας, ($n=1$ έρευνα, δηλ. 4,5%) (Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014). Επιπλέον μόνο μία έρευνα ($n=1$ έρευνα, δηλ. 4,5%), ασχολήθηκε με την εκπαίδευση δεξιοτήτων μνήμης και συγκέντρωσης στην ειδική εκπαίδευση με τη χρήση νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης (Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018). Τέλος, εντοπίστηκαν δύο έρευνες στο γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών, όπου αξιοποίησαν νέες τεχνολογίες που προάγουν την ενσώματη μάθηση ($n=2$ έρευνες, δηλ. 9,1%) (Johnson, Pavleas, & Chang, 2013; Georgiou, et al., 2021).

3.2 Ερευνητικός σχεδιασμός

Ο πειραματικός σχεδιασμός που ακολούθησαν οι περισσότερες μελέτες ($n=14$ έρευνες, δηλ. 63,6%) αντιστοιχούσε στον κλασικό πειραματικό σχεδιασμό συμπεριλαμβάνοντας πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου, για διερεύνηση της επίδρασης της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης μέσω διαγνωστικών δοκιμών πριν και μετά την παρέμβαση (Johnson-Glenberg et al., 2009; Kuo et al., 2013; Homer et al., 2013; Hung et al., 2014; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Nijs & Leman, 2014; Wei et al., 2015; Lindgren et al., 2016; Anderson & Wall, 2016; Zhu et al., 2016; Pan, 2017; Lan et al., 2018; Georgiou et al., 2021). Από την άλλη πλευρά, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ερευνών ($n=8$ έρευνες, δηλ. 36,4%) ακολούθησαν τον προ-πειραματικό σχεδιασμό για τη διεξαγωγή της έρευνας τους (Tolentino et al., 2009; Johnson et al., 2013; Sylla, 2013; Si, 2015; Yap et al., 2015; Andrade, 2017; Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018; Kosmas, Ioannou, & Zaphiris., 2018), κύριο χαρακτηριστικό του οποίου είναι η απουσία της ομάδας ελέγχου.

3.3 Ερευνητικός σκοπός πειραματικών μελετών

Όλες οι έρευνες που εντάχθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση είχαν ως στόχο τους την αξιολόγηση της επίδρασης της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης στη μαθησιακή διαδικασία και στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών. Όπως προαναφέρθηκε οι 14 από τις 22 έρευνες, δηλ. το 63,6% των ερευνών οι οποίες ακολούθησαν τον πειραματικό σχεδιασμό στις μελέτες τους συμπεριλάμβανε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου (Johnson-Glenberg et al., 2009; Kuo et al., 2013; Homer et al., 2013; Hung et al., 2014; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Nijs & Leman, 2014; Wei et al., 2015; Lindgren et al., 2016; Anderson & Wall, 2016; Zhu et al., 2016; Pan, 2017; Lan et al., 2018; Georgiou et al., 2021). Από αυτές τις έρευνες οι 6 από τις 14, δηλ. το 42,9% συγκρίνει την πειραματική ομάδα, στην οποία χρησιμοποιήθηκε τεχνολογία ενσώματης μάθησης, με ομάδα ελέγχου στην οποία αξιοποιήθηκε κατά κύριο λόγο ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Homer et al., 2013; Hung et al., 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Lindgren et al., 2016; Pan, 2017; Lan et al., 2018). Από την άλλη, 8 από τις 14 έρευνες, δηλ. το 57,1% των ερευνών αυτών, εφάρμοσε στην ομάδα ελέγχου την παραδοσιακή διδασκαλία χωρίς τη χρήση τεχνολογίας (Johnson-Glenberg et al., 2009; Kuo et al., 2013; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Nijs & Leman, 2014; Wei et al., 2015; Anderson & Wall, 2016; Zhu et al., 2016; Georgiou et al., 2021). Σε καμία από τις εμπειρικές αυτές μελέτες δεν αποτέλεσε ωστόσο επιδίωξη η σύγκριση και αντιπαραβολή τεχνολογικά-υποστηριζόμενα διδακτικών παρεμβάσεων ως προς το επίπεδο της ενσώματης μάθησης λαμβάνοντας υπόψη κάποια από τις ταξινομίες που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

3.4 Μαθησιακά αποτελέσματα

Τα μαθησιακά αποτελέσματα των ερευνών οι οποίες εντάχθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις άξονες οι οποίοι αναφέρονται: (α) στις γνώσεις, (β) στις δεξιότητες και (γ) στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών, αντιστοίχως. Ο τομέας των γνώσεων ορίζεται ως η εννοιολογική κατανόηση και κατ' επέκταση οι επιδόσεις των μαθητών ως προς το εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο, στο οποίο εστιάζει κάθε έρευνα. Ακολούθως, οι δεξιότητες χαρακτηρίζουν τις ικανότητες των ατόμων που αναπτύσσονται κατά τη διαδικασία της μάθησης (π.χ. καλλιέργεια συνεργατικής μάθησης, ανάπτυξη χωρικών και συλλογιστικών δεξιοτήτων). Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών αφορά στην κοινωνική, συναισθηματική και γνωστική συμμετοχή των μαθητών η οποία εγείρεται κατά τη συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Η κοινωνική συμμετοχή αναφέρεται στο κλίμα που δημιουργείται στην τάξη κατά τη διαδικασία μαθήματος, το οποίο επηρεάζει τις πεποιθήσεις των μαθητών για τον εαυτό τους και τη σχολική τους απόδοση, με τη σειρά τους αυτές οι πεποιθήσεις, επηρεάζουν τη φύση και την έκταση της συμμετοχής των μαθητών στα ακαδημαϊκά τους καθήκοντα (Patrick, Ryan, & Kaplan 2007). Η

συναισθηματική συμμετοχή σχετίζεται με τη συναισθηματική προσπάθεια που καταβάλλουν οι μαθητές κατά τη συμμετοχή τους στη διαδικασία μάθησης και στη διεξαγωγή των μαθησιακών δραστηριοτήτων, η οποία συνδέεται με την ανάπτυξη θετικών συναισθημάτων όπως η περιέργεια, ο ενθουσιασμός, η αισιοδοξία, το ενδιαφέρον (Skinner & Belmont, 1993). Τέλος, η γνωστική συμμετοχή αναφέρεται στη χρήση στρατηγικών μεταγνώσης και αυτορρύθμισης που σχετίζονται με τη διαδικασία μάθησης, όπως η συγκέντρωση, η κατανόηση του περιεχομένου μάθησης, η συσχέτιση νέων πληροφοριών με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και η αυτοαξιολόγηση με σκοπό την οικοδόμηση της γνώσης (Meece, Blumenfeld, & Hoyle, 1988).

Τα ευρήματα των ερευνών που αναλύθηκαν κατατάσσονται στους τρεις παραπάνω άξονες, δηλαδή γνώσεις, δεξιότητες και ενεργός συμμετοχή των μαθητών. Ακολουθώς, γίνεται μία αναφορά σε σχέση με το ποσοστό των μελετών που μελέτησαν τον καθένα από τους τρεις άξονες μεμονωμένα.

Αναφορικά με τη μελέτη του εκάστοτε άξονα, αξίζει να σημειωθεί ότι το ενδιαφέρον των ερευνών εστιάζεται ιδιαίτερα στις γνώσεις των μαθητών όποιο και να είναι το γνωστικό αντικείμενο και αυτό διαφαίνεται από το ποσοστό των ερευνών που διερεύνησαν τις γνώσεις του αντικειμένου που διδάχτηκαν οι μαθητές μέσω της ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών, 19 από τις 22 έρευνες, ποσοστό το οποίο αγγίζει το 86,4 % (Johnson-Glenberg et al., 2009; Tolentino et al., 2009; Johnson et al., 2013; Kuo et al., 2013; Homer et al., 2013; Hung et al., 2014; Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Nijs & Leman, 2014; Si, 2015; Wei, 2015; Lindgren et al., 2016; Anderson & Wall, 2016; Zhu et al., 2016; Andrade, 2017; Pan, 2017; Kosmas, Ioannou, & Zaphiris., 2018; Lan et al., 2018; Georgiou et al., 2021). Από την άλλη, οι μελέτες που διερεύνησαν τις δεξιότητες που καλλιεργούν οι μαθητές μέσω της ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών προσεγγίστηκαν από 7 εκ των 22 ερευνών, δηλ. το 31,8 % των ερευνών (Tolentino et al., 2009; Sylla, 2013; Homer et al., 2013; Wei et al., 2015; Yap et al., 2015; Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018; Kosmas, Ioannou, & Zaphiris., 2018). Τέλος, η ενεργός συμμετοχή των μαθητών με τη χρήση νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης διερευνήθηκε από 12 εκ των 22 ερευνών, δηλ. το 54,5 % (Johnson-Glenberg et al., 2009; Tolentino et al., 2009; Johnson et al., 2013; Kuo et al., 2013; Sylla, 2013; Homer et al., 2013; Si, 2015; Zhu et al., 2016; Wei, 2015; Lindgren, 2016; Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018; Georgiou et al., 2021). Αξίζει ωστόσο, να σημειωθεί ότι καμία από τις μελέτες δεν διερεύνησε τη συσχέτιση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών σε σχέση με τις δεξιότητες που καλλιεργήσαν οι μαθητές είτε με την εννοιολογική τους κατανόηση.

3.5 Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Όπως διαφάνηκε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα γνωστικά αντικείμενα που μελετήθηκαν με ψηλότερη συχνότητα στο πλαίσιο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης είναι ο γλωσσικός αλφαριθμητισμός και οι Φυσικές Επιστήμες. Κατά συνέπεια τα Μαθηματικά αποτελούν ένα

γνωστικό αντικείμενο που δεν έχει μελετηθεί με την ίδια συχνότητα στο πλαίσιο των διδακτικών παρεμβάσεων τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης. Η πρακτική εξάσκηση και εφαρμογή των γνώσεων των Μαθηματικών, πέραν δηλαδή της θεωρίας, είναι βασική προϋπόθεση για την κατανόηση τους (Ayala et al., 2013). Στο πλαίσιο αυτό οι νέες τεχνολογίες ενσώματης μάθησης, πιθανότατα να ενισχύσουν θετικά την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στα Μαθηματικά. Σύμφωνα με τους Hoyles και Lagrange (2010) έχουν αναπτυχθεί αρκετές ψηφιακές εφαρμογές στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για εκμάθηση των Μαθηματικών που έχουν συμβάλει θετικά στην εκπαίδευση των Μαθηματικών. Παρ' όλα αυτά, δεν φαίνεται να υπάρχει ιδιαίτερη έρευνα που να εστιάζει σε ψηφιακές εφαρμογές ενσώματης μάθησης στη διδασκαλία των Μαθηματικών και να επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητά τους στην εννοιολογική κατανόηση, τις δεξιότητες και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έχει παρουσιαστεί προκύπτει η ανάγκη διερεύνησης της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών, στο πλαίσιο εμπειρικών ερευνών. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί η απουσία εμπειρικών ερευνών, οι οποίες να εστιάζουν στη σύγκριση τεχνολογιών που προάγουν την ενσώματη μάθηση σε διαφορετικό βαθμό, αντιστοιχώντας δηλαδή σε διαφορετικά επίπεδα στο φάσμα της ενσώματης μάθησης. Τέλος, δεν έχουν εντοπιστεί εμπειρικές μελέτες οι οποίες διερευνούν τη συσχέτιση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών είτε σε σχέση με τις δεξιότητες που καλλιέργησαν οι μαθητές, είτε με την εννοιολογική τους κατανόηση.

4 Η παρούσα έρευνα

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης, αξιοποιώντας ψηφιακές εφαρμογές που εντάσσονται σε διαφορετικά επίπεδα της ενσώματης μάθησης βάση της ταξινομίας των Skulmowski και Rey (2018), ως προς τη σωματική συμμετοχή [bodily engagement] και ως προς τη συσχέτιση της κίνησης με το μαθησιακό περιεχόμενο [task integration].

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υιοθετεί την ταξινομία των Skulmowski και Rey (2018) και καθοδηγείται από το γεγονός ότι δεν έχει διερευνηθεί ακόμη κατά πόσο τα ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης, όπως αυτά προάγονται από τη μεγαλύτερη συσχέτιση κίνησης – μαθησιακού περιεχομένου και σωματικής συμμετοχής, συνεπάγονται και καλύτερη μαθησιακή απόδοση.

Συγκεκριμένα, σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση της επίδρασης της ενσώματης μάθησης – μέσα από τη χρήση και αντιπαραβολή ψηφιακών εφαρμογών που την προάγουν σε διαφορετικά επίπεδα – στις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή και στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών, στο πλαίσιο της Γεωμετρίας, στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών στη Δημοτική Εκπαίδευση.

4.1 Ερευνητικά Ερωτήματα

Στην παρούσα έρευνα διατυπώνονται τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχουν διαφορές ως προς την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες στα Μαθηματικά Δημοτικής εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;
2. Υπάρχουν διαφορές ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;
3. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;

5 Μεθοδολογία Έρευνας

Η παρούσα έρευνα ακολούθησε τον μεικτό σχεδιασμό, δηλαδή τον συνδυασμό ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας (Schoonenboom & Johnson, 2017). Ο μεικτός σχεδιασμός έρευνας που υιοθετήθηκε, αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, συμπεριλήφθηκε ημι-πειραματικός σχεδιασμός [quasi-experimental design] με συλλογή ποσοτικών δεδομένων, στοχεύοντας στη διερεύνηση της επίδρασης δύο διαφορετικών επιπέδων ενσώματης μάθησης (χαμηλό και ψηλό επίπεδο) με τη χρήση κιναισθητικής τεχνολογίας: (α) στην εννοιολογική κατανόηση και (β) στις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους. Έπειτα, στο δεύτερο μέρος επιχειρήθηκε η περαιτέρω διερεύνηση της εννοιολογικής κατανόησης και ενεργού συμμετοχής των μαθητών με τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων.

5.1 Επιλογή θεματικής ενότητας

Η εκμάθηση των γωνιών στην τυπική εκπαίδευση ξεκινά από το νηπιαγωγείο μέσω απλών επιπέδων σχημάτων και συνεχίζει μέχρι το λύκειο με πιο σύνθετες ασκήσεις που αφορούν στις γωνίες, όντας μία θεματική η οποία συναντάται καθ' όλη τη διάρκεια της επαφής των μαθητών με τα Μαθηματικά. Η γωνία αποτελεί μία πολύπλευρη και ταυτόχρονα μια από τις σημαντικότερες έννοιες που διδάσκονται οι μαθητές στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών (Mitchelmore & White, 1998). Εντούτοις, οι μαθητές συναντούν αρκετές δυσκολίες σε σχέση με την κατανόηση των γωνιών, όπως για παράδειγμα να εντοπίσουν ότι δύο γωνίες έχουν το ίδιο μέτρο αν η κατεύθυνση τους είναι διαφορετική (Kaur, 2017). Επιπλέον, οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες τόσο στην κατανόηση της έννοιας της γωνίας, όσο και

στο χειρισμό των διαφορετικών προσεγγίσεων της – δυσκολίες οι οποίες αποδίδονται στο γεγονός ότι ο στατικός ορισμός της γωνίας είναι βαθιά χαραγμένος στα γνωστικά τους σχήματα (Clements & Battista, 1989). Μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια οι γωνίες αναπαρίστανται σε στατική μορφή και αυτό δυσχεραίνει την αντίληψη των μαθητών σχετικά με την περιστροφή της γωνίας. Αντίθετα, μέσα από τη δυναμική αναπαράσταση των γωνιών, οι γωνίες παρουσιάζονται σε ποικίλες θέσεις και κατευθύνσεις (Browning et al., 2007), συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη κατανόηση του μεγέθους και της περιστροφής της γωνίας (Clements et al., 1996). Επομένως, η χρήση των τεχνολογιών ενσώματης μάθησης, οι οποίες προωθούν τη δυναμική αναπαράσταση των γωνιών, σε αντίθεση με το παραδοσιακό βιβλίο, δύναται να ενισχύσουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες. Επιπλέον, η εκμάθηση των γωνιών μέσω της κίνησης του σώματος επιδρά θετικά στη διαδικασία μάθησης των γωνιών (Shoval, 2011). Σε ενίσχυση του ισχυρισμού αυτού, οι Smith, King και Hoyte (2014) αξιοποίησαν ψηφιακή εφαρμογή ενσώματης μάθησης με χρήση της Kinect κάμερας για την εκμάθηση γωνιών σε μαθητές δημοτικού και ανακάλυψαν μέσω της εμπειρικής τους έρευνας ότι η τεχνολογικά-υποστηριζόμενη ενσώματη μάθηση συνέβαλε θετικά στην κατανόηση της αφηρημένης έννοιας των γωνιών στη γεωμετρία των Μαθηματικών δημοτικής εκπαίδευσης. Μία μεταγενέστερη έρευνα, των Georgiou και άλλων (2021) διερεύνησε τόσο την εννοιολογική κατανόηση των γωνιών, όσο και την ενεργό συμμετοχή μαθητών δημοτικής εκπαίδευσης σε τεχνολογικά και μη τεχνολογικά περιβάλλοντα ενσώματης μάθησης, βρίσκοντας θετικότερα αποτελέσματα στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών που διδάχτηκαν τις γωνίες μέσω της χρήσης τεχνολογικά-υποστηριζόμενου περιβάλλοντος ενσώματης μάθησης. Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα έχουν αναφερθεί πιο πάνω, στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η θεματική ενότητα των γωνιών, της οποίας η διδασκαλία φαίνεται να προσφέρεται μέσω της αξιοποίησης της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης.

5.2 Συμμετέχοντες

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας συμμετείχαν συνολικά 71 μαθητές της Γ΄ τάξης Δημοτικού από δύο σχολεία της επαρχίας Λεμεσού, στην Κύπρο. Στη Γ΄ τάξη Δημοτικού φοιτούν παιδιά ηλικίας 8-9 ετών, και ο μέσος όρος των συμμετεχόντων της έρευνας ήταν τα 8.18 έτη (τυπική απόκλιση=0.487). Αν και ο αρχικός αριθμός μαθητών – συμμετεχόντων ήταν 76, λόγω της απουσίας κάποιων μαθητών σε συγκεκριμένα στάδια της έρευνας, οι συμμετέχοντες μειώθηκαν στους 71. Πριν τη διδακτική παρέμβαση, δόθηκαν έντυπα ενημέρωσης και συγκατάθεσης στους γονείς/κηδεμόνες για τη συμμετοχή των παιδιών, αφού πρώτα εξασφαλίστηκε η απαραίτητη έγκριση από το Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης [ΚΕΕΑ].

Οι 71 μαθητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα μοιράστηκαν τυχαία στην πειραματική ομάδα (ψηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης) και στην ομάδα ελέγχου (χαμηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης). Συγκεκριμένα, στην πειραματική ομάδα συμμετείχαν 35 μαθητές από δύο σχολικά τμήματα (19 αγόρια, 16

κορίτσια) και στην ομάδα ελέγχου 36 μαθητές από άλλα δύο σχολικά τμήματα (18 αγόρια, 18 κορίτσια). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την ηλικία των μαθητών (Mann-Whitney $U_{(69)}=242$, $z=-0.56$, $p > 0.05$), υποδεικνύοντας ισοδυναμία ως προς το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών ανάμεσα στις δύο ομάδες.

Είναι σημαντικό δε να αναφερθεί ότι σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα των Μαθηματικών στη Δημοτική Εκπαίδευση, το οποίο ακολουθεί η Κύπρος, οι μαθητές έρχονται σε μία πρώτη επαφή με την ορθή γωνία στη Β' τάξη Δημοτικού (Ενότητα 8, Μέρος 3, Β' τάξη Δημοτικού, Δείκτες επιτυχίας: M2.4 Χρησιμοποιούν τη γωνία των 90° , για να συγκρίνουν, να ταξινομούν και να κάνουν εκτιμήσεις γωνιών. Γ2.2 Αναγνωρίζουν γωνίες και ονομάζουν ορθές γωνίες). Στη Γ' τάξη Δημοτικού, οι μαθητές γνωρίζουν και κατασκευάζουν ορθές, οξείες, αμβλείες και γωνίες (Ενότητα 4, Μέρος 3, Γ' Δημοτικού, Δείκτες επιτυχίας: Γ2.2 Αναγνωρίζουν, ονομάζουν, περιγράφουν και κατασκευάζουν γωνίες - οξείες, ορθές, αμβλείες - με διάφορα μέσα και λογισμικά. M2.4 Χρησιμοποιούν τη γωνία των 90° , για να συγκρίνουν, να ταξινομούν και να κάνουν εκτιμήσεις γωνιών). Ως εκ τούτου, οι μαθητές της Γ' τάξης Δημοτικού που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είχαν διδαχθεί ακόμα την Ενότητα 4 για τις γωνίες. Επομένως, κατά τη χρονική περίοδο που διεξάχθηκε η έρευνα, δεν είχαν καμία προηγούμενη επαφή με τις γωνίες, εκτός από την αναφορά της ορθής γωνίας που είχε γίνει στη Β' τάξη Δημοτικού. Οι περιορισμένες γνώσεις των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες διαφάνηκαν άλλωστε και στο διαγνωστικό δοκίμιο που δόθηκε πριν την από τη διδακτική παρέμβαση σε όλους τους μαθητές (Πίνακας 4).

Πίνακας 4

Σύγκριση Αρχικής Επίδοσης Μαθητών Ομάδας Ελέγχου και Πειραματικής Ομάδας στο Διαγνωστικό Δοκίμιο Μαθηματικών

	Πειραματική ομάδα «Γωνιογνώστες»		Ομάδα Ελέγχου «Visnos»		Z	d
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση		
Συνολική επίδοση	2.54	1.84	2.58	1.84	-0.09	0.02
Άσκηση 1	1.21	0.70	1.34	0.67	-0.74	0.17
Άσκηση 2	0.60	0.58	0.48	0.66	-1.18	0.26
Άσκηση 3	0.37	0.66	0.25	0.64	-1.27	0.22
Άσκηση 4	0.28	0.59	0.30	0.63	-0.02	0.01
Άσκηση 5	0.71	0.25	0.21	0.51	-1.32	0.19

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Επιπλέον, όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 4, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ότι αξιοποιήθηκε ο έλεγχος Mann-Whitney U, ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αρχική επίδοση των μαθητών στο διαγνωστικό δοκίμιο Μαθηματικών, ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αρχική συνολική επίδοση των μαθητών στο διαγνωστικό δοκίμιο ανάμεσα στις δύο ομάδες (Mann-Whitney $U_{(69)}=622$, $z=-0.09$, $p>0.05$), υποδεικνύοντας ισοδυναμία ως προς το εννοιολογικό υπόβαθρο των μαθητών ανάμεσα στις δύο ομάδες.

5.3 Διαδικασίες

Οι μαθητές των δύο ομάδων συμμετείχαν σε μία διδακτική παρέμβαση για τις γωνίες στη Γεωμετρία των Μαθηματικών με τη χρήση ψηφιακών εφαρμογών ενσώματης μάθησης (πειραματική ομάδα: χρήση ψηφιακής εφαρμογής «Γωνιογνώστες» - ψηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης, ομάδα ελέγχου: χρήση ψηφιακής εφαρμογής «Visnos» - χαμηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης). Περαιτέρω πληροφορίες για τις δύο ψηφιακές εφαρμογές παρουσιάζονται στην επόμενη υποενότητα. Μέσω των δύο ψηφιακών εφαρμογών οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να αναπαραστήσουν διαφορετικού τύπου γωνίες (π.χ. οξείες, αμβλείες, ορθές και ευθείες) ακολουθώντας τις εντολές που τους δίνονταν μέσα από κάρτες με οδηγίες. Οι κάρτες οδηγιών διαβάζονταν για κάθε παιδί από την ερευνήτρια, ώστε η δημιουργία της γωνιάς να μην επηρεάζεται από την αναγνωστική ικανότητα και κατ' επέκταση την κατανόηση του κάθε παιδιού. Η ανάγνωση των οδηγιών γινόταν με όσο το δυνατόν πιο ουδέτερο ύφος. Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνταν να σχηματίσουν την αντίστοιχη γωνιά χωρίς την οποιαδήποτε παρέμβαση του εκπαιδευτικού της τάξης (που είχε ρόλο παρατηρητή), είτε της ερευνήτριας.

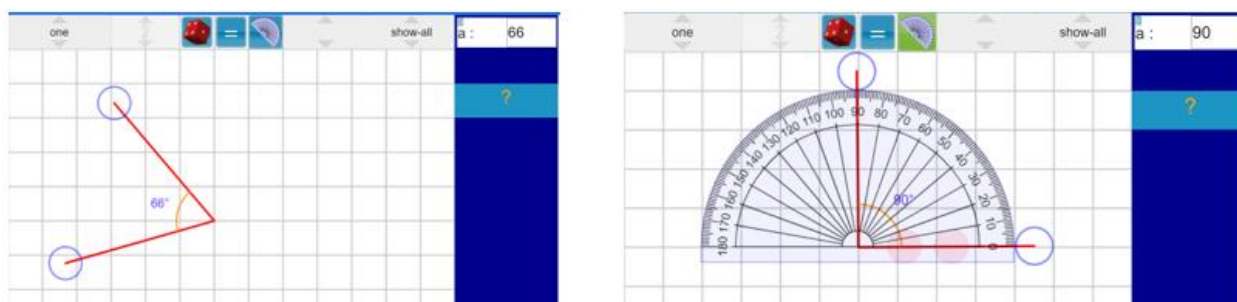
Η διδακτική παρέμβαση σε κάθε ένα από τα τέσσερα σχολικά τμήματα που συμμετείχαν διήρκεσε δύο διδακτικές περιόδους, δηλαδή δύο περιόδους των 45 λεπτών. Στα πρώτα 10 λεπτά οι συμμετέχοντες και στις δύο συνθήκες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα αρχικό διαγνωστικό δοκίμιο Μαθηματικών. Έπειτα, ακολούθησε η εκπαιδευτική δραστηριότητα που είχε συνολική διάρκεια 65 λεπτών, στο πλαίσιο της οποίας αξιοποιήθηκε η ανάλογη ψηφιακή εφαρμογή, ανά συνθήκη. Στα τελευταία 15 λεπτά δόθηκε στους μαθητές ξανά το ίδιο διαγνωστικό δοκίμιο Μαθηματικών (10 λεπτά) καθώς και ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της ενεργού συμμετοχής των μαθητών (5 λεπτά).

5.4 Ψηφιακές εφαρμογές

5.4.1 Ψηφιακή εφαρμογή «Visnos»

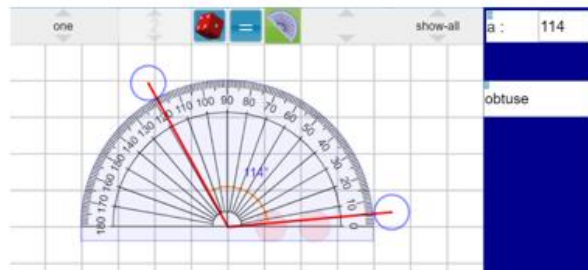
Στην ομάδα ελέγχου αξιοποιήθηκε η απτική ψηφιακή εφαρμογή «Visnos» (<https://www.visnos.com/demos/basic-angles>), η οποία προωθεί την ενσώματη μάθηση (Εικόνες 1-2). Η εφαρμογή «Visnos» είναι μία ψηφιακή εφαρμογή η οποία διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο και εμπεριέχει μία ποικιλία διαδραστικών εφαρμογιδίων για τη κατανόηση μαθηματικών εννοιών. Τα εφαρμογίδια αυτά μπορούν να λειτουργήσουν σε όλα τα είδη οθονών (ηλεκτρονικός υπολογιστής, διαδραστικός πίνακας, tablet) και ανταποκρίνονται είτε με τη χρήση ποντικιού, είτε με μαρκαδόρο διαδραστικού πίνακα, είτε με την αφή. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιείται το εφαρμογίδιο δημιουργίας γωνιών [online protractor & angle maker]. Στο εφαρμογίδιο αυτό υπάρχουν δύο ευθύγραμμα τμήματα τα οποία ενώνονται από την μία πλευρά τους σε ένα σημείο δημιουργώντας μία γωνία. Οι μαθητές μετακινώντας με τα δάχτυλά τους τα ευθύγραμμα τμήματα δημιουργούν τη γωνία, το μέτρο της οποίας εμφανίζεται στον διαδραστικό πίνακα και αλλάζει με κάθε μεταφορά μίας εκ των δύο πλευρών. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα εμφάνισης ή απόκρυψης του μοιρογνωμονίου και η ανατροφοδότηση για το είδος της γωνίας μόνο στην αγγλική γλώσσα.

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εφαρμογής, οι μαθητές χρησιμοποίησαν την αίσθηση της αφής (τα δάκτυλά τους) για να σχηματίσουν γωνίες διαφορετικού μεγέθους και κατεύθυνσης στον διαδραστικό πίνακα της τάξης σύμφωνα με την κάρτα-εντολή που τους δινόταν κάθε φορά. Συγκεκριμένα, οι μαθητές μετακινούσαν με τα δάκτυλά τους, στην οθόνη αφής του διαδραστικού, τις δύο ευθείες (πλευρές της εκάστοτε γωνίας) όσο επιθυμούσαν και ταυτόχρονα το μέτρο της γωνίας άλλαζε.



Εικόνα 1

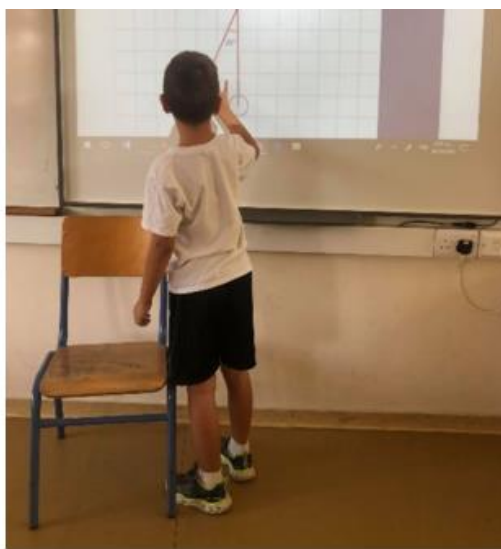
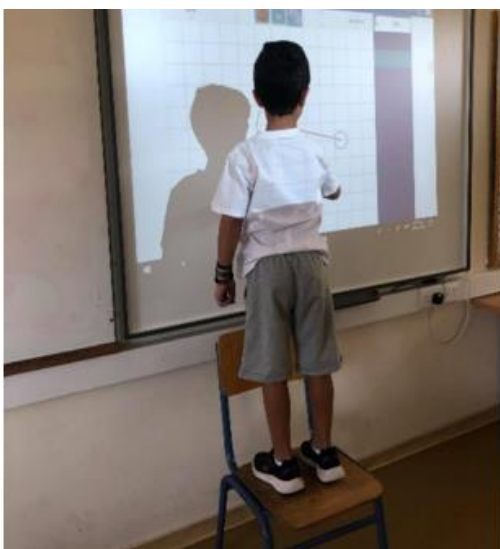
Το περιβάλλον της ψηφιακής εφαρμογής «Visnos»: (α) οξεία γωνία 66° χωρίς τη χρήση μοιρογνωμονίου και χωρίς ανατροφοδότηση για το είδος της γωνίας (αριστερά), και (β) ορθή γωνία 90° με τη χρήση μοιρογνωμονίου και χωρίς ανατροφοδότηση για το είδος της γωνίας (δεξιά).



Εικόνα 2

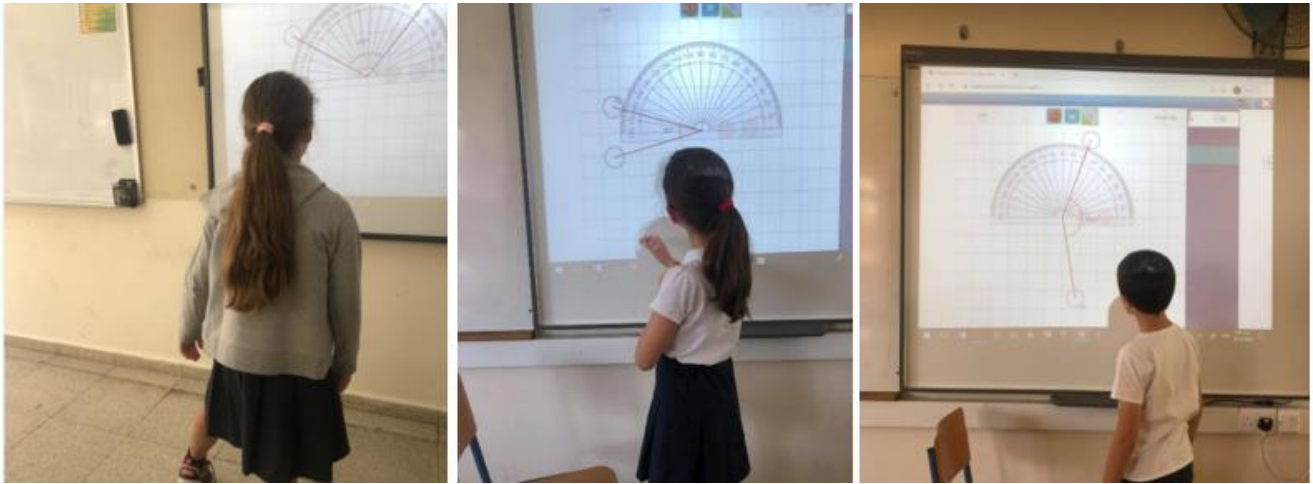
Το περιβάλλον της ψηφιακής εφαρμογής «Visnos»: (α) οξεία γωνία 49° με τη χρήση μοιρογνωμονίου και με ανατροφοδότηση για το είδος της γωνίας (αριστερά), και (β) αμβλεία γωνία 114° με τη χρήση μοιρογνωμονίου και με ανατροφοδότηση για το είδος της γωνίας (δεξιά).

Η ψηφιακή εφαρμογή «Visnos», σύμφωνα με την ταξινόμια των Skulmowski και Rey (2018) η οποία υιοθετήθηκε στην παρούσα έρευνα, αντιστοιχεί στο χαμηλό επίπεδο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης. Όσο αφορά στον άξονα της σωματικής συμμετοχής, τα παιδιά παρέμεναν σχεδόν στατικά καθώς η αλληλεπίδραση διεξαγόταν μέσω της αίσθησης της αφής – της επαφής και της κίνησης των δαχτύλων των χεριών τους στον διαδραστικό πίνακα. Ως εκ τούτου, η σωματική συμμετοχή των παιδιών ήταν χαμηλή (Εικόνα 3). Από την άλλη πλευρά, σε ό,τι αφορά στον άξονα της συσχέτισης κίνησης-μαθησιακού περιοχομένου, η συσχέτιση ήταν επίσης χαμηλή καθ' ό,τι τα παιδιά δεν σχημάτιζαν άμεσα τις ζητούμενες γωνίες μέσω της κίνησης που εκτελούσαν. Αντ' αυτού μέσω της κίνησης τους μετακινούσαν τα δύο ευθύγραμμα τμήματα (πλευρές), ώστε να σχηματιστεί η εκάστοτε γωνία (Εικόνα 4). Συνοψίζοντας, η κίνηση που επιτελούσαν οι μαθητές ήταν έμμεσα και όχι άμεσα συνυφασμένη με το μαθησιακό περιοχόμενο, δηλαδή με το σχηματισμό των γωνιών.



Εικόνα 3

Φωτογραφίες μαθητών της ομάδας ελέγχου που χρησιμοποιούν τη ψηφιακή εφαρμογή «Visnos»: (α) ο μαθητής χρειάστηκε την καρέκλα για να φτάσει στο κατάλληλο ύψος ώστε να δημιουργήσει τη γωνία (αριστερά), (β) ο μαθητής φτιάχνει τη γωνία χωρίς τη χρήση μοιρογνωμονίου (δεξιά).

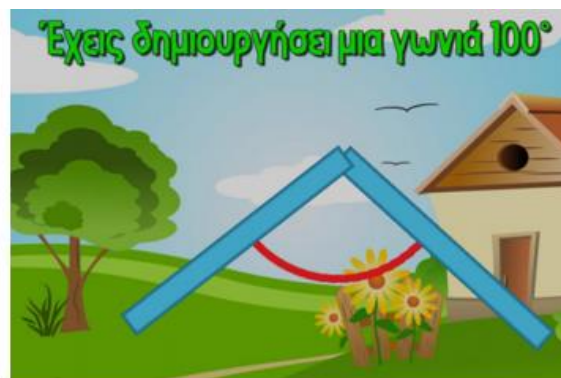


Εικόνα 4

Φωτογραφίες μαθητών της ομάδας ελέγχου που χρησιμοποιούν τη ψηφιακή εφαρμογή «Visnos» με τη χρήση μοιρογνωμονίου.

5.4.2 Ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες»

Στην πειραματική ομάδα, αξιοποιήθηκε η ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες». Οι «Γωνιογνώστες» αποτελούν μια πρωτοποριακή ψηφιακή εφαρμογή για τα παιδιά της Γ΄-Στ΄ τάξης, η οποία στηρίζεται στις σύγχρονες προσεγγίσεις της κιναισθητικής και ενσώματης μάθησης. Αξιοποιώντας διαδραστικές τεχνολογίες και ανιχνευτές κίνησης (Kinect κάμερα) η εφαρμογή «Γωνιογνώστες» έχει ως στόχο να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν περισσότερα για τις γωνίες και την μέτρησή τους, το σχηματισμό τους, και τα διάφορα είδη γωνιών (Εικόνα 5). Συγκεκριμένα, κατά τη λειτουργία της εφαρμογής τα παιδιά στέκονται σε μία απόσταση περίπου μισού μέτρου από την Kinect κάμερα και σχηματίζουν με το άνω μέρος του σώματος τους τη γωνία που τους ζητείται, χωρίς να χρειαστεί να έρθουν σε απτική επαφή με την εφαρμογή. Επιπλέον, η ψηφιακή εφαρμογή, δύναται να αναγνωρίσει τη γωνία που δημιουργούν δύο μαθητές σε μεταξύ τους συνεργασία. Η Kinect κάμερα χρειάζεται περίπου 30 δευτερόλεπτα για να αναγνωρίσει τη γωνία που δημιουργεί το σώμα των μαθητών, αφού σταθεροποιηθούν και παραμείνουν ακίνητοι στις θέσεις τους. Επίσης, η εφαρμογή διαθέτει τη δυνατότητα εντολών για τη δημιουργία γωνιών, οι οποίες προβάλλονται στην οθόνη με την οποία θα συνδεθεί η τεχνολογία καθώς και τη δυνατότητα ανατροφοδότησης για το είδος της γωνίας που δημιουργεί ο μαθητής. Σημειώνεται ότι η εν λόγω εφαρμογή αναπτύχθηκε και αξιοποιήθηκε υπό την αιγίδα του ευρωπαϊκού έργου INTELed (<https://www.inteled.org/>).



Εικόνα 5

Το περιβάλλον της ψηφιακής εφαρμογής «Γωνιογνώστες»: (α) το περιβάλλον της εφαρμογής (αριστερά), και (β) ανατροφοδότηση για τις μοίρες της γωνίας (δεξιά).

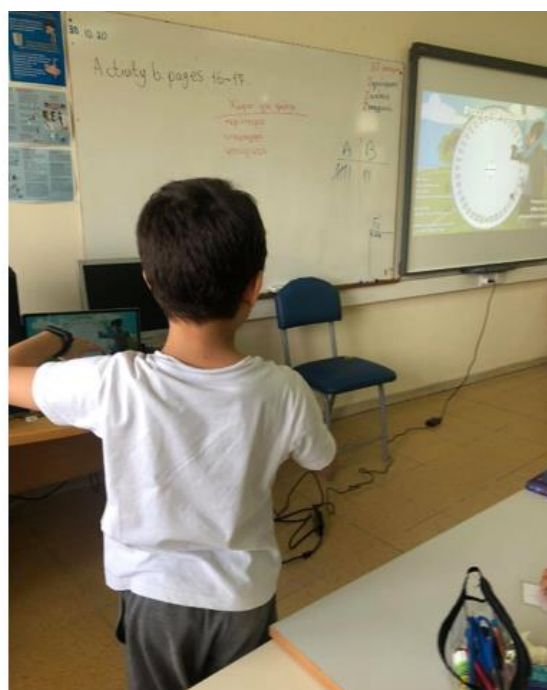
Στο πλαίσιο της ψηφιακής εφαρμογής τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα να βιώσουν τον κόσμο των Μαθηματικών και της Γεωμετρίας μέσα από μια παιγνιώδη μαθησιακή εμπειρία. Κατά τη διδακτική παρέμβαση κάθε παιδί εκτελούσε τη γωνία της κάρτας–εντολής όντας όρθιο μπροστά από τη Kinect κάμερα (και σε απόσταση περίπου μισού μέτρου από αυτή), η οποία με τη σειρά της αναγνώριζε την κίνηση του πάνω μέρους του σώματος του παιδιού και ταυτόχρονα πρόβαλλε στον διαδραστικό πίνακα τη γωνία που έφτιαχνε ο μαθητής. Τα δύο χέρια του συμμετέχοντα, αντιστοιχούσαν στις δύο πλευρές της γωνίας και όταν αυτά ανοιγόκλειναν, ανοιγόκλειναν και οι πλευρές της γωνίας που σχηματιζόταν στον διαδραστικό πίνακα. Με τον τρόπο τα παιδιά μπορούσαν να σχηματίσουν εξ αποστάσεως τις ζητούμενες γωνίες χωρίς να χρειάζεται να έρθουν σε απτική επαφή με τον διαδραστικό πίνακα.

Η ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες », σύμφωνα με την ταξινόμια των Skulmowski και Rey (2018), αντιστοιχεί στο ψηλό επίπεδο της ενσώματης μάθησης. Όσον αφορά στον άξονα της σωματικής συμμετοχής, η κίνηση των παιδιών ήταν έντονη. Στο πλαίσιο της δραστηριότητας τα παιδιά κινούσαν το άνω μέρος του σώματός τους και συγκεκριμένα τα δύο άνω τους άκρα τα οποία αντιστοιχούσαν στις δύο πλευρές της γωνίας. Ως εκ τούτου, η σωματική τους συμμετοχή ήταν ψηλή (Εικόνα 6). Από την άλλη πλευρά, σε ό,τι αφορά στον άξονα της συσχέτισης κίνησης-μαθησιακού περιοχομένου, η συσχέτιση ήταν επίσης ψηλή καθ' ό,τι τα παιδιά σχημάτιζαν άμεσα τις ζητούμενες γωνίες μέσω της κίνησης που εκτελούσαν με τα χέρια τους. Συγκεκριμένα, κινώντας τα χέρια τους, σχηματιζόταν αυτομάτως η εκάστοτε γωνία, το μέγεθος και η κατεύθυνση της οποίας καθοριζόταν από το άνοιγμα και τον προσανατολισμό που είχαν τα άκρα των παιδιών (Εικόνα 7). Ως εκ τούτου, η κίνηση που επιτελούσαν οι μαθητές ήταν άμεσα συνυφασμένη με το μαθησιακό περιοχόμενο, δηλαδή με το σχηματισμό των γωνιών.



Εικόνα 6

Φωτογραφίες μαθητών της πειραματικής ομάδας που χρησιμοποιούν τη ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» με τη χρήση μοιρογνωμονίου: (α) ο μαθητής φτιάχνει μία ευθεία γωνία (αριστερά) και (β) η μαθήτρια φτιάχνει μία αμβλεία γωνία (δεξιά).



Εικόνα 7

Φωτογραφίες μαθητών της πειραματικής ομάδας που χρησιμοποιούν τη ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» με τη χρήση μοιρογνωμονίου: (α) η μαθήτρια φτιάχνει μία ορθή γωνία και της παρέχεται ανατροφοδότηση από την εφαρμογή για το είδος και τις μοίρες της γωνίας (αριστερά), και (β) ο μαθητής φτιάχνει μία γωνία μπροστά από την Kinect κάμερα και παρακολουθεί τον εαυτό του στον διαδραστικό πίνακα (δεξιά).

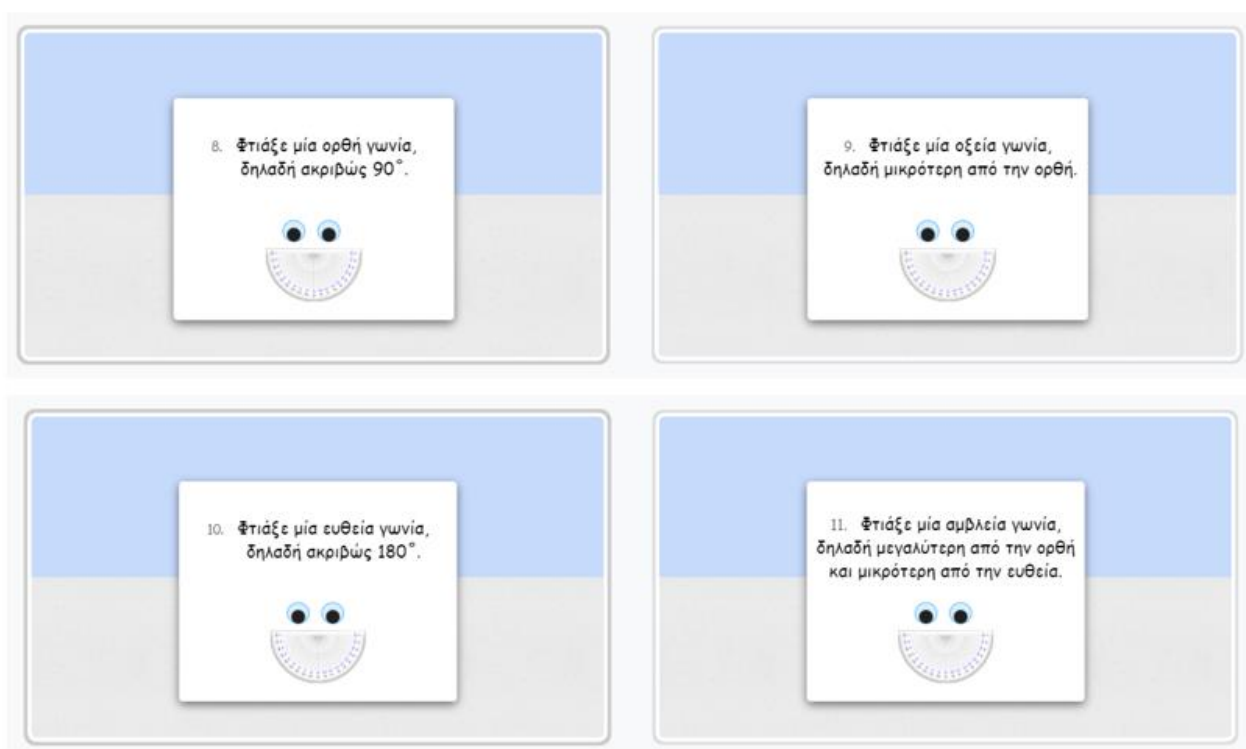
5.5 Διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση και στις δύο συνθήκες χωρίστηκε σε δύο φάσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικότερα πιο κάτω.

5.5.1 Διδακτική παρέμβαση: Φάση Α΄

Στη Φάση Α΄ της διδακτικής παρέμβασης ένας προς ένας οι μαθητές καλούνταν να φτιάξουν μία γωνία ακολουθώντας τις οδηγίες που τους δίνονταν σε συγκεκριμένες κάρτες-εντολές (Εικόνα 8). Η ψηφιακή εφαρμογή παρείχε ανατροφοδότηση ως προς το μέγεθος της γωνίας, χωρίς όμως η ανατροφοδότηση να έχει τη μορφή σωστού/λάθους. Για παράδειγμα, μία από τις πρώτες οδηγίες ήταν «Φτιάξε μία ορθή γωνία, 90° ». Ο μαθητής έφτιαχνε τη γωνία χωρίς να έχει την προϋπάρχουσα γνώση για το πώς μοιάζει μια ορθή γωνία και πόσες μοίρες είναι, επομένως το ανακάλυπτε εκείνη τη στιγμή βλέποντας στον διαδραστικό πίνακα τη γωνία που σχημάτιζε με τα δάκτυλα (ομάδα ελέγχου) ή με τα χέρια του (πειραματική ομάδα). Επισημαίνεται δε ότι οπτική επαφή με τον διαδραστικό πίνακα είχαν όλοι οι μαθητές της τάξης. Έπειτα, ο μαθητής που σχημάτιζε τη γωνία δεν έπαιρνε κάποια ανατροφοδότηση, πέραν από τη γωνία που σχηματιζόταν μέσω της αντίστοιχης ψηφιακής εφαρμογής στον διαδραστικό πίνακα, της οποίας το μέγεθος (μοίρες γωνίας) παρουσιαζόταν στο διαδραστικό πίνακα.

Οι κάρτες-εντολές ήταν διαβαθμισμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε οι ίδιοι συμμετέχοντες να έχουν την ευκαιρία να μάθουν περισσότερα με τρόπο βιωματικό κατά τη χρήση της ψηφιακής εφαρμογής. Για παράδειγμα, μια επόμενη στη σειρά κάρτα-εντολή ήταν «Φτιάξε μία οξεία γωνία, δηλαδή μικρότερη από την ορθή.» Με αυτό τον τρόπο, οι μαθητές ήρθαν σε μία πρώτη επαφή με την εκάστοτε ψηφιακή εφαρμογή ενσώματης μάθησης και με τους ορισμούς των τεσσάρων γωνιών – ορθή, οξεία, αμβλεία, ευθεία. Αξίζει δε να αναφερθεί ότι μετριάστηκε στο μέγιστο δυνατό βαθμό η επίδραση εξωγενών παραγόντων στις δύο συνθήκες – για παράδειγμα η δασκάλα/ερευνήτρια είχε ένα ουδέτερο ρόλο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Συνολικά, κατά τη Φάση Α΄ της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εισαχθούν στους ορισμούς των γωνιών, την αναγνώριση και τον σχηματισμό τους χωρίς να προϋπάρξει κάποια τυπική διδασκαλία στο θέμα.



Εικόνα 8

Κάποιες από τις κάρτες-εντολές με οδηγίες για τη δημιουργία γωνιών στη Φάση Α'.

5.5.2 Διδακτική παρέμβαση: Φάση Β'

Στη φάση Β' της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές ανά συνθήκη χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Κάθε φορά ένα παιδί από μία ομάδα, με εναλλαγή ομάδας, καλείτο να εκτελέσει μία κάρτα-εντολή για το σχηματισμό μίας συγκεκριμένης γωνίας. Παράλληλα, δινόταν στο παιδί η ανάλογη ανατροφοδότηση. Σε ό,τι αφορά στη ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες», όταν για παράδειγμα το παιδί καλείτο να φτιάξει μία αμβλεία γωνία, εάν η απάντηση ήταν σωστή, η ανατροφοδότηση που θα έπαιρνε μέσω της εφαρμογής θα ήταν «Μπράβο, έχεις δημιουργήσει μία αμβλεία γωνία». Σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης, υπήρχαν τρία ενδεχόμενα ανατροφοδότησης αναλόγως της γωνίας που είχε φτιάξει ο μαθητής, τα οποία ήταν τα εξής: «Έχεις δημιουργήσει μία οξεία γωνία. Μία αμβλεία πρέπει να είναι πάνω από 90° », «Έχεις δημιουργήσει μία ορθή γωνία. Μία αμβλεία πρέπει να είναι πάνω από 90° » είτε «Έχεις δημιουργήσει μία ευθεία γωνία. Μία αμβλεία πρέπει να είναι πάνω από 90° και μικρότερη από 180° » (Εικόνα 9).



Εικόνα 9

Το περιβάλλον της ψηφιακής εφαρμογής «Γωνιογνώστες»: ανατροφοδότηση για το είδος και τις μοίρες της γωνίας, επίπεδο 2 = λειτουργία γωνιών, σωστή δημιουργία ευθείας γωνίας (πάνω), λανθασμένη δημιουργία ορθής γωνίας (κάτω).

Η ίδια ακριβώς ανατροφοδότηση δινόταν στην ομάδα ελέγχου με την μορφή PowerPoint μέσω tablet το οποίο χειριζόταν η ερευνήτρια, καθώς δεν υπήρχε η δυνατότητα για πλήρη ανατροφοδότηση μέσω της εφαρμογής «Visnos» όπως στην εφαρμογή «Γωνιογνώστες». Συγκεκριμένα, η ανατροφοδότηση που υπήρχε στην εφαρμογή «Visnos» ήταν μόνο η ονομασία της γωνίας και ο ορισμός ήταν στην αγγλική γλώσσα, γι' αυτό και επιλέχθηκε η ανατροφοδότηση μέσω PowerPoint. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι για όλα τα ενδεχόμενα ανατροφοδότησης, η αντίστοιχη οπτική εικόνα της γωνίας, καθώς και το λεκτικό περιεχόμενο των ανατροφοδοτήσεων που φτιάχτηκαν στο PowerPoint (Εικόνα 10) για τη συνθήκη με την εφαρμογή «Visnos» ήταν ακριβώς οι ίδιες που υπήρχαν στην εφαρμογή «Γωνιογνώστες», ώστε οι διαφορές ανάμεσα στις δύο συνθήκες να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες. Κάθε σωστή εκτέλεση κάρτας – εντολής αντιστοιχούσε σε ένα πόντο για την ομάδα που εκπροσωπούσε το κάθε παιδί, ενώ κάθε λανθασμένη εκτέλεση αντιστοιχούσε σε μηδενικό πόντο για την ομάδα (Εικόνα 11).

Μπράβο! Έχεις δημιουργήσει μία γωνία 180° .



Έχεις δημιουργήσει μία αμβλεία γωνία. Μία ευθεία πρέπει να είναι 180° .



Έχεις δημιουργήσει μία οξεία γωνία. Μία ευθεία πρέπει να είναι 180° .



Έχεις δημιουργήσει μία ορθή γωνία. Μία ευθεία πρέπει να είναι 180° .



Εικόνα 10

Ανατροφοδότηση μέσω PowerPoint για την εφαρμογή «Visnos»: ανατροφοδοτήσεις για τη δημιουργία ευθείας γωνίας αναλόγως περίπτωσης.

5. Φτιάξε μία οξεία γωνία. Το άνοιγμα της να βλέπει προς τα δεξιά.



6. Φτιάξε μία οξεία γωνία. Το άνοιγμα της να βλέπει προς τα αριστερά.



15. Φτιάξε μία αμβλεία γωνία, 140° .



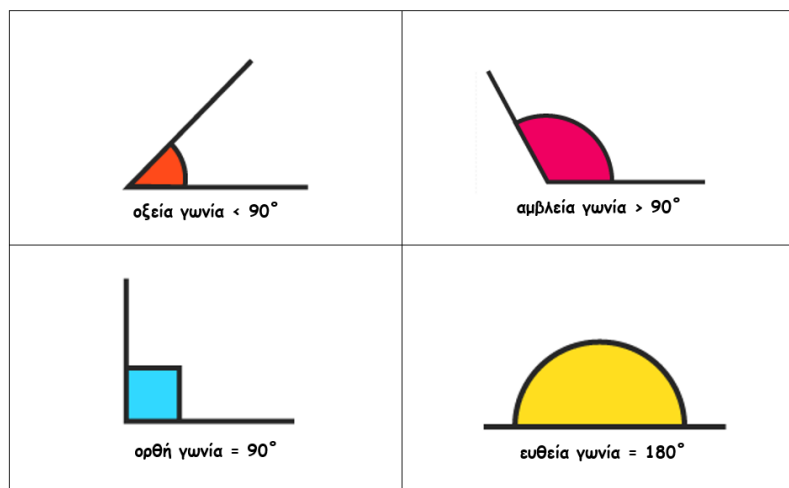
16. Φτιάξε μία αμβλεία γωνία μεγαλύτερη από του προηγούμενου.



Εικόνα 11

Ενδεικτικές κάρτες-εντολές οδηγιών για τη δημιουργία γωνιών στη Φάση Β'.

Στη φάση Β΄ της διδακτικής παρέμβασης συμμετείχαν όλοι οι μαθητές τουλάχιστον από δύο φορές. Επιπρόσθετα, ο κάθε μαθητής είχε στη διάθεση του τέσσερα βοηθητικά καρτελάκια με το είδος και το μέτρο των τεσσάρων γωνιών σε οπτικοποιημένη μορφή: ορθή, οξεία, αμβλεία ευθεία (Εικόνα 12).



Εικόνα 12

Βοηθητικά καρτελάκια με τα είδη και τις μοίρες των γωνιών τα οποία είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για να καθοδηγήσουν τον συμμαθητή/τη συμμαθήτριά τους που έφτιαχνε την αντίστοιχη γωνία στη ψηφιακή εφαρμογή.

Όταν κάποιος μαθητής καλείτο να δημιουργήσει μία γωνία, οι συμμαθητές του που τον παρακολουθούσαν, τόσο την ομάδα ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα, είχαν τη δυνατότητα να σχηματίσουν την εκάστοτε γωνία από τις θέσεις τους και να τον καθοδηγήσουν υποδεικνύοντας του το αντίστοιχο καρτελάκι, σηκώνοντάς το ψηλά (Εικόνα 13).



Εικόνα 13

(α) Ο μαθητής υποδεικνύει το βοηθητικό καρτελάκι της οξείας γωνίας με κατεύθυνση προς τα κάτω προς το συμμαθητή του, διότι αυτή ήταν η οδηγία που δόθηκε στο μαθητή που χρησιμοποιούσε τη δεδομένη στιγμή τη ψηφιακή εφαρμογή στην ομάδα ελέγχου

(αριστερά), και (β) η μαθήτρια υποδεικνύει το βοηθητικό καρτελάκι της ευθείας γωνίας, διότι αυτή ήταν η οδηγία που δόθηκε στο μαθητή που χρησιμοποιούσε τη δεδομένη στιγμή τη ψηφιακή εφαρμογή στην πειραματική ομάδα (δεξιά).

Ως εκ τούτου, παρά το γεγονός ότι οι μαθητές εκτελούσαν την οδηγία που τους δινόταν ατομικά (λόγω και των πρωτοκόλλων που τηρούνταν στα σχολεία σε σχέση με την αποφυγή σωματικής επαφής εξαιτίας της πανδημίας COVID-19), η συμμετοχή όλων των παιδιών της ομάδας με τα καρτελάκια που τους δόθηκαν επέτρεψε την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία και την ανταλλαγή απόψεων ανάμεσα τους.

Τόσο στη φάση Α', όσο και στη φάση Β' κάθε μαθητής είχε τη δυνατότητα να αλληλοεπιδράσει με την τεχνολογία για περίπου τρεις φορές – δηλαδή συνολικά ο μαθητής αλληλοεπιδρούσε περίπου έξι φορές κατά τη διάρκεια της παρέμβασης με την εκάστοτε ψηφιακή εφαρμογή. Οι υπόλοιποι μαθητές της τάξης και στις δύο συνθήκες, όταν ο συμμαθητής ή η συμμαθήτρια τους χειριζόταν την τεχνολογία, χρησιμοποιούσαν εξ' αποστάσεως, δηλαδή από τη θέση τους, το σώμα τους – είτε τα δάχτυλα, είτε το άνω μέρος του σώματος τους αναλόγως της συνθήκης – και δημιουργούσαν τη γωνία που ζητείτο από τον συμμαθητή ή τη συμμαθήτρια τους που αλληλοεπιδρούσε με τη ψηφιακή εφαρμογή. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές είχαν έναν ενεργητικό ρόλο και δρούσαν καθ' όλη τη διάρκεια του μαθήματος.

5.6 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Σε ό,τι αφορά στη συλλογή δεδομένων, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά δεδομένα. Συγκριμένα, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν περιλάμβαναν διαγνωστικά δοκίμια Μαθηματικών που διερευνούσαν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών ως προς τις γωνίες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Επίσης, μετά τη διδακτική παρέμβαση, δόθηκαν σε όλους τους μαθητές ερωτηματολόγια για τη διερεύνηση της ενεργού συμμετοχής στη μαθησιακή διαδικασία. Τέλος, επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο περίπου το 1/3 των συμμετεχόντων, για διεξαγωγή ατομικών συνεντεύξεων. Οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων παρουσιάζονται αναλυτικότερα στις ακόλουθες υποενότητες.

5.6.1 Εννοιολογικό δοκίμιο μαθηματικών

Το διαγνωστικό δοκίμιο Μαθηματικών που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα για την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών ως προς τις γωνίες προήλθε από την έρευνα των Georgiou, Ioannou και Kosmas (2021). Όπως αναφέρεται στην έρευνα των προαναφερθέντων το δοκίμιο έχει δημιουργηθεί κατόπιν συνεργασίας με έμπειρη δασκάλα Μαθηματικών, γεγονός που συμβάλλει και στην εγκυρότητά του. Το διαγνωστικό δοκίμιο αποτελείται από 5 ασκήσεις. Η πρώτη στη σειρά άσκηση ζητούσε από τους μαθητές να τοποθετήσουν τα τέσσερα κομμάτια της πίτσας από το μεγαλύτερο στο μικρότερο, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της γωνίας του κάθε κομματιού. Στη συνέχεια, υπήρχαν κάποιες μαθηματικές προτάσεις και οι μαθητές έπρεπε να αντιστοιχίσουν τα κομμάτια της πίτσας με τις μαθηματικές προτάσεις αυτές. Στη

δεύτερη άσκηση, υπήρχαν τέσσερεις γωνίες και οι ορισμοί των γωνιών (π.χ. οξεία, αμβλεία, ορθή, ευθεία) – οι μαθητές κλήθηκαν να αντιστοιχήσουν την γωνία με την ονομασία της. Στην τρίτη και στην τέταρτη άσκηση κύκλωναν τις γωνίες που είναι μικρότερες και μεγαλύτερες από την ορθή, αντιστοίχως. Στην πέμπτη και τελευταία άσκηση δόθηκαν μαθηματικές προτάσεις όπου ορίζαν ένα συγκεκριμένο μέτρο γωνίας (90° , 57° , 130° , 180°) και οι μαθητές έπρεπε να συμπληρώσουν την ονομασία της γωνίας που αντιστοιχεί στο μέτρο αυτό (ορθή, οξεία, αμβλεία, ευθεία).

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των μαθητών της κάθε ομάδας, πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου, ως προς την επίδοση για την κάθε άσκηση ξεχωριστά, καθώς και ως προς τη συνολική επίδοση, έγινε μέσω του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon Signed Rank Test για διερεύνηση στατιστικών διαφορών ανάμεσα αρχική και τελική επίδοση των μαθητών, καθώς τα δεδομένα δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Όσον αφορά στη διερεύνηση στατιστικά σημαντικών διαφορών στην αρχική και τελική επίδοση των μαθητών μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδα ελέγχου, αξιοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U.

5.6.2 Ερωτηματολόγιο αντιλήψεων ενεργού συμμετοχής των μαθητών

Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβαση δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο αξιολόγησης των αντιλήψεων των μαθητών ως προς την ενεργό συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε από την Rimm-Kaufman (2010), για την αξιολόγηση της ενεργού της συμμετοχής των παιδιών σε μαθήματα Μαθηματικών. Στην παρούσα έρευνα, θεωρήθηκε ορθότερο μέσω του ερωτηματολογίου αυτού, να μετρηθούν και να αναλυθούν οι αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με την ενεργό συμμετοχή τους και όχι η ενεργός συμμετοχή καθ' αυτή, διότι το εν λόγω ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τους μαθητές μετά το πέρας της παρέμβασης. Ως εκ τούτου, οι απαντήσεις αυτές ανταποκρίνονται στις προσωπικές αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με την ενεργό τους συμμετοχή. Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται από 13 ερωτήματα τα οποία αξιολογούνταν με βάση τη κλίμακα Likert από το 1 μέχρι το 4, όπου 1 ήταν το «ΔΙΑΦΩΝΩ» και 4 το «ΣΥΜΦΩΝΩ». Τα 13 ερωτήματα κατηγοριοποιούνται ως προς τρεις διαστάσεις: (α) τη γνωστική συμμετοχή (π.χ. Προσπάθησα να μάθω όσο το δυνατό περισσότερο μέσα από το σημερινό μάθημα Μαθηματικών), (β) τη συναισθηματική συμμετοχή (π.χ. Μου άρεσε να συμμετέχω στις δραστηριότητες που κάναμε στο σημερινό μάθημα Μαθηματικών) και την (γ) Κοινωνική συμμετοχή (π.χ. Σήμερα μοιράστηκα τις ιδέες μου με τα άλλα παιδιά στο μάθημα Μαθηματικών). Οι τρεις αυτές διαστάσεις έχουν εσωτερική αξιοπιστία (Cronbach's α) 0.91, 0.98 και 0.89 αντίστοιχα (Rimm-Kaufman, 2010). Το εν λόγω ερωτηματολόγιο μεταφράστηκε και προσαρμόστηκε στα ελληνικά από τους Georgiou et al. (2021). Όσον αφορά στη διερεύνηση στατιστικά σημαντικών διαφορών ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδα ελέγχου, αξιοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U.

5.6.3 Ατομικές συνεντεύξεις

Επιπρόσθετα, μετά τη διδακτική παρέμβαση, διεξάχθηκαν συνολικά 28 ατομικές συνεντεύξεις, 14 συνεντεύξεις με μαθητές της πειραματικής ομάδας και 14 με μαθητές της ομάδας ελέγχου. Περίπου 7 παιδιά από κάθε ένα από τα τέσσερα τμήματα κλήθηκαν για συνέντευξη με τυχαίο τρόπο. Κατά τους Ryan, Coughlan και Cronin (2009) η ατομική συνέντευξη είναι μια πολύτιμη μέθοδος που συμβάλλει στην εις βάθος κατανόηση των αντιλήψεων και των εμπειριών οποιουδήποτε φαινομένου μέσα από τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων.

Η κάθε συνέντευξη είχε χρονική διάρκεια 8-10 περίπου λεπτά. Οι συνεντεύξεις ήταν ημι-δομημένες έτσι ώστε να προσφέρουν μια ευέλικτη προσέγγιση κατά τη διεξαγωγή της συνέντευξης. Συγκεκριμένα, παρ' όλο που προγραμματίστηκε να συζητηθούν προκαθορισμένα θέματα, υπήρχε η πιθανότητα να προκύψουν και άλλα απρόβλεπτα θέματα ενδιαφέροντος μέσα από επιπρόσθετες συναφείς ερωτήσεις της ερευνήτριας όπου αυτό κρινόταν σκόπιμο (Tod, 2006).

Μέσα από τις συνεντεύξεις υποβλήθηκαν κάποιες ερωτήσεις στους μαθητές, ώστε να διαφανούν οι παράγοντες που συνέβαλαν ή είχαν αρνητική επίδραση στη συμμετοχή τους κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας στις δύο παρεμβάσεις, π.χ. «Πώς σου φάνηκαν οι δραστηριότητες που έγιναν στην τάξη, δηλαδή που χρησιμοποιούσατε το σώμα σας/την αφή και την τεχνολογία για να μάθετε τις γωνίες;», «Πόσο εύκολο ήταν να χρησιμοποιήσεις την εφαρμογή;», «Υπήρχαν στιγμές που έχανε τη συγκέντρωσή σου;». Ως εκ τούτου, οι παράγοντες που προέκυψαν ορίστηκαν ως «ενισχυτικοί» και «αποδυναμωτικοί» παράγοντες, αντίστοιχα.

Επιπλέον, οι συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν έδωσαν στην ερευνήτρια την ευκαιρία να ερμηνεύσει μη λεκτικά στοιχεία, κυρίως μέσω της παρατήρησης της γλώσσας του σώματος, της έκφρασης του προσώπου και της βλεμματικής επαφής που είχε με τον κάθε συμμετέχοντα (Ryan, Coughlan, & Cronin, 2009). Η παρατήρηση του σώματος και μη λεκτικά στοιχεία κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων της παρούσας έρευνας σε συνδυασμό με τις απαντήσεις των συνεντευζιαζόμενων σε σειρά ερωτημάτων άφησαν να διαφανούν κάποιοι παράγοντες που σχετίστηκαν με την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών και ορίστηκαν ως «γνωστικά κέρδη» και «παρανοήσεις», π.χ. «Θυμάσαι την ονομασία κάποιας γωνία;», «Πώς είναι η συγκεκριμένη γωνία;». Οι ερωτήσεις που αφορούσαν στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες ήταν διαβαθμισμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να εξεταστεί η γνώση που οικοδόμησαν οι μαθητές σε σχέση με τις γωνίες. Επίσης, οι ερωτήσεις σχετίζονταν άμεσα με το περιεχόμενο το οποίο εξετάστηκαν οι μαθητές μέσω του εννοιολογικού δοκιμίου των μαθηματικών πριν και μετά την παρέμβαση.

Οι ατομικές συνεντεύξεις των μαθητών καταγράφηκαν και έπειτα το λεκτικό περιεχόμενο αναλύθηκε σύμφωνα με τη διαδικασία ανάλυσης περιεχόμενου που πρότεινε ο Chi (1997) ως εξής:

- (i.) Μείωση των καταγεγραμμένων πρωτοκόλλων (για ανάλυση απομονώθηκαν οι αναφορές των μαθητών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους στη διαδικασία μάθησης και την εννοιολογική τους κατανόηση).
- (ii.) Ομαδοποίηση των μειωμένων πρωτοκόλλων με βάση αυτόνομα «νοηματοδοτημένα αποσπάσματα» που σχετίζονται με την εννοιολογική κατανόηση ή καταδεικνύουν τους παράγοντες που επίδρασαν στις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους.
- (iii.) Ανοιχτή ανάλυση της κωδικοποίησης και ομαδοποίηση κωδικών σε κατηγορίες: Όσον αφορά στη συμμετοχή των μαθητών οι κατηγορίες που δημιουργήθηκαν είναι «ενισχυτικοί» και «αποδυναμωτικοί» παράγοντες που σχετίζονται με την εκπαιδευτική διαδικασία και την τεχνολογία που αξιοποιήθηκε. Όσον αφορά στην εννοιολογική κατανόηση οι κατηγορίες που δημιουργήθηκαν είναι «γνωστικά κέρδη» και «παρανοήσεις».
- (iv.) Επανεξέταση των κωδικοποιημένων στοιχείων σύμφωνα με τις τελικές περιγραφές των αναδύμενων κατηγοριών και υποκατηγοριών εντός της κάθε κατηγορίας.
- (v.) Αναπαράσταση των κωδικοποιημένων δεδομένων σε μορφή πίνακα.
- (vi.) Συμπερίληψη αριθμητικών μετρήσεων στις εμφανίσεις σχολίων.
- (vii.) Ερμηνεία και συζήτηση των αναδύμενων κατηγοριών, εστιάζοντας στα πιο εμφανή θέματα που προκύπτουν.

6 Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, τα αποτελέσματα έχουν οργανωθεί και παρουσιάζονται σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

6.1 Εννοιολογική Κατανόηση μαθητών

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην υποενότητα αυτή αποσκοπούν στη διερεύνηση του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος που έχει τεθεί στην παρούσα διατριβή: «Υπάρχουν διαφορές ως προς την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες στα Μαθηματικά Δημοτικής εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;»

6.1.1 Αρχική και τελική επίδοση μαθητών της πειραματικής ομάδας

Σχετικά με τη διερεύνηση στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στην αρχική και στην τελική επίδοση στις μαθηματικές έννοιες της γεωμετρίας των μαθητών που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test, καθώς τα δεδομένα δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου και όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 5, υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική και στην τελική επίδοση των μαθητών ως προς τις μαθηματικές έννοιες της γεωμετρίας ($W_{(34)}=8$, $z=-3.46$, $d=0.59$, $p<0.001$), καθώς και στις επιμέρους ασκήσεις 2 ($W_{(34)}=6$, $z=-3.07$, $d=0.52$, $p<0.01$) και 5 ($W_{(34)}=1$, $z=2.82$, $d=0.48$, $p<0.01$). Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα είχαν καλύτερη επίδοση μετά από τη συμμετοχή τους στην παρέμβαση με την εφαρμογή «Γωνιογνώστες».

Πίνακας 5

Σύγκριση Αρχικής και Τελικής Επίδοσης Μαθητών Πειραματικής Ομάδας

	Προ-παρεμβατική επίδοση «Γωνιογνώστες»		Μετά-παρεμβατική επίδοση «Γωνιογνώστες»		Z	d
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση		
Συνολική επίδοση	2.54	1.84	3.97	2.26	-3.46***	0.59
Άσκηση 1	1.21	0.70	1.36	0.59	-1.36	0.23
Άσκηση 2	0.60	0.58	1.07	0.82	-3.07**	0.52
Άσκηση 3	0.38	0.66	0.68	0.90	-1.82	0.31
Άσκηση 4	0.28	0.59	0.53	0.79	-1.39	0.24
Άσκηση 5	0.07	0.25	0.36	0.49	-2.82**	0.48

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

6.1.2 Αρχική και τελική επίδοση μαθητών της ομάδας ελέγχου

Για να διερευνηθεί κατά πόσο υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική και στην τελική επίδοση στις μαθηματικές έννοιες της γεωμετρίας των μαθητών που συμμετείχαν στην ομάδα ελέγχου, χρησιμοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank Test, καθώς τα δεδομένα δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου και όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 6, υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική και στην τελική επίδοση των μαθητών ως προς τις μαθηματικές έννοιες της γεωμετρίας στη συνολική επίδοση ($W_{(35)}=8$, $z=-3.75$, $d=0.63$, $p<0.001$) και στις επιμέρους ασκήσεις 1($W_{(35)}=6$, $z=-2.12$, $d=0.36$, $p<0.05$), 2($W_{(35)}=2$, $z=-3.50$, $d=0.58$, $p<0.001$), 3($W_{(35)}=2$, $z=-1.98$, $d=0.33$, $p<0.05$) και 4($W_{(35)}=3$, $z=-2.01$, $d=0.34$, $p<0.05$)

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην ομάδα ελέγχου είχαν καλύτερη επίδοση μετά από τη συμμετοχή τους στην παρέμβαση με την εφαρμογή «Visnos».

Πίνακας 6

Σύγκριση Αρχικής και Τελικής Επίδοσης Μαθητών Ομάδας Ελέγχου

	Προ-παρεμβατική επίδοση «Visnos»		Μετά-παρεμβατική επίδοση «Visnos»		Z	d
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση		
Συνολική επίδοση	2.58	1.84	4.21	2.49	-3.75***	0.63
Άσκηση 1	1.34	0.67	1.51	0.63	-2.12*	0.36
Άσκηση 2	0.49	0.66	1.15	0.84	-3.50***	0.58
Άσκηση 3	0.25	0.64	0.54	0.81	-1.98*	0.33
Άσκηση 4	0.30	0.63	0.63	0.79	-2.01*	0.34
Άσκηση 5	0.21	0.51	0.40	0.61	-1.47	0.24

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

6.1.3 Σύγκριση τελικής επίδοσης των μαθητών των δύο ομάδων

Ο έλεγχος Mann-Whitney U αξιοποιήθηκε, ώστε να διερευνηθεί κατά πόσο υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τελική επίδοση των μαθητών στο διαγνωστικό δοκίμιο Μαθηματικών, ανάμεσα

στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τελική συνολική επίδοση των μαθητών στο διαγνωστικό δοκίμιο ανάμεσα στις δύο ομάδες (Mann-Whitney $U_{(69)}=599$, $z=-.35$, $p > 0.05$). Όπως παρουσιάζεται επίσης στον Πίνακα 7, δεν υπήρχαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τελική επίδοση των μαθητών στις επί μέρους ασκήσεις του διαγνωστικού δοκιμίου, ανάμεσα στις δύο ομάδες. Το μέγεθος της επίδρασης διαφοράς ήταν μικρό ($d=0.25$).

Πίνακας 7

Σύγκριση Τελικής Επίδοσης Μαθητών της Πειραματικής Ομάδας και της Ομάδας Ελέγχου στο Διαγνωστικό Δοκίμιο Μαθηματικών

	Πειραματική ομάδα «Γωνιογνώστες»		Ομάδα Ελέγχου «Visnos»		Z	d
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση		
Συνολική επίδοση	3.97	2.26	4.21	2.49	-0.36	0.25
Άσκηση 1	1.36	0.59	1.51	0.63	-1.17	0.27
Άσκηση 2	1.07	0.82	1.15	0.84	-0.43	0.10
Άσκηση 3	0.68	0.90	0.54	0.81	-0.62	0.18
Άσκηση 4	0.53	0.79	0.63	0.79	-0.51	0.15
Άσκηση 5	0.36	0.49	0.40	0.61	-0.01	0.01

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

6.1.4 Γνωστικά κέρδη και παρανοήσεις μαθητών των δύο ομάδων

Μέσα από την ανάλυση των ατομικών συνεντεύξεων διερευνήθηκε περαιτέρω η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σχετικά με τις γωνίες στα Μαθηματικά, εστιάζοντας τόσο στα «γνωστικά κέρδη» όσο και στις «παρανοήσεις» τους με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης (Πίνακας 8).

Πίνακας 8

Εννοιολογική Κατανόηση των Μαθητών των Δύο Ομάδων: Γνωστικά Κέρδη και Παρανοήσεις

	Ομάδα Ελέγχου		Πειραματική Ομάδα	
	N (%)		N (%)	
Γνωστικά κέρδη	54	84.38%	69	93.24%
Ονομασία γωνίας	30	46.88%	38	51.35%
Υπόδειξη γωνίας	14	21.88%	27	36.49%
Ταξινόμηση γωνιών	5	7.81%	3	4.05%
Αναγνώριση γωνίας	0	0%	1	1.35%
Εκτίμηση γωνίας	5	7.81%	0	0%
Παρανοήσεις	10	15.63%	5	6.76%
Ονομασία γωνίας	6	9.38%	3	4.05%
Αναγνώριση γωνίας	1	1.56%	1	1,35%
Υπόδειξη γωνίας	2	3.13%	1	1,35%
Εκτίμηση γωνίας	1	1.56%	0	0%
Ταξινόμηση γωνιών	0	0%	0	0%

Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων αναφέρθηκαν στα γνωστικά κέρδη που αποκόμισαν με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στα γνωστικά τους κέρδη (93.24%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου (84.38%). Συγκεκριμένα, οι αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στα γνωστικά τους κέρδη σε σχέση την ονομασία (δηλ. τους ορισμούς ευθεία, ορθή, αμβλεία και οξεία γωνία), την υπόδειξη (δηλ. την ορθή υπόδειξη των γωνιών χρησιμοποιώντας το άνω μέρος του σώματος τους) και την αναγνώριση γωνίας ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας Ελέγχου. Π.χ.

«Η ορθή γωνία είναι έτσι (ο μαθητής σηκώνει πάνω το δεξί του χέρι και η παλάμη του αριστερού του χεριού έρχεται και ενώνεται με το δεξί του χέρι δημιουργώντας ορθή γωνία) και η αμβλεία είναι πιο ανοικτή από την ορθή» [#61, Αγόρι, Πειραματική Ομάδα]

«Η ευθεία είναι μπροστά (η μαθήτρια σχηματίζει σωστά την ευθεία γωνία με το άνω μέρος του σώματος της, ανοίγοντας τα χέρια της, πρώτα τη δείχνει φέρνοντας το ένα χέρι μπροστά και το άλλο πίσω, έπειτα τη δείχνει ανοίγοντας τα χέρια της προς τα πλάγια). Η οξεία ήταν έτσι (τη σχηματίζει σωστά με τα χέρια της) και η αμβλεία ήταν πιο μεγάλη από την ορθή (τη σχηματίζει σωστά με τα χέρια της).» [#76, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

Παράλληλα, οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων εξέφρασαν και κάποιες παρανοήσεις με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου στις παρανοήσεις τους (15.63%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας (6.76%). Συγκεκριμένα, οι αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου στις

παρανοήσεις τους σε σχέση την ονομασία (δηλ. τους ορισμούς ευθεία, ορθή, αμβλεία και οξεία γωνία), την υπόδειξη (δηλ. την ορθή υπόδειξη των γωνιών χρησιμοποιώντας το άνω μέρος του σώματος τους), την αναγνώριση και εκτίμησης γωνίας ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας. Π.χ.

«Η ευθεία εν 90 ακριβώς, κάπως έτσι (δείχνει την ορθή).» [#54, Αγόρι, Ομάδα Ελέγχου]

«Πιο μικρή (είναι η αμβλεία από την ορθή).» [#52, Αγόρι, Ομάδα Ελέγχου]

6.2 Αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην υποενότητα αυτή αποσκοπούν στη διερεύνηση του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος που έχει τεθεί στην παρούσα διατριβή: «Υπάρχουν διαφορές ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;»

6.2.1 Σύγκριση αντιλήψεων της ενεργού συμμετοχής των μαθητών των δύο ομάδων

Σε σχέση με τη διερεύνηση στατιστικά σημαντικών διαφορών στις αντιλήψεις των μαθητών στη γνωστική [cognitive engagement], συναισθηματική [emotional engagement] και κοινωνική [social engagement] συμμετοχή των μαθητών, καθώς και στο σύνολο της ενεργού συμμετοχής [total engagement] των μαθητών, ανάμεσα στην πειραματική και στην ομάδα ελέγχου αξιοποιήθηκε ο έλεγχος Mann-Whitney U. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 9, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις ως προς το σύνολο της ενεργού συμμετοχής των μαθητών, ανάμεσα στην πειραματική και στην ομάδα ελέγχου (Mann-Whitney $U_{(69)}=436.5$, $z=-2.07$, $d=0.55$, $p<0.05$), με τις αντιλήψεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας να καταδεικνύουν ότι η ενεργός συμμετοχή τους ξεπέρασε την ενεργό συμμετοχή των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Επίσης, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 6, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη γνωστική συμμετοχή (Mann-Whitney $U_{(69)}=392$, $z=-2.63$, $d=0.69$, $p<0.01$), καθώς επίσης και στην κοινωνική συμμετοχή (Mann-Whitney $U_{(69)}=425$, $z=-2.23$, $d=0.58$, $p<0.05$) ανάμεσα στην πειραματική και στην ομάδα ελέγχου, με τις αντιλήψεις για τη γνωστική και κοινωνική συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας να ξεπερνούν τη γνωστική και κοινωνική συμμετοχή των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Μόνο στον τομέα της συναισθηματικής συμμετοχής δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο συνθήκες.

Πίνακας 9

Σύγκριση Αντιλήψεων Ενεργού Συμμετοχής Μαθητών Ομάδας Ελέγχου και Πειραματικής Ομάδας στο Ερωτηματολόγιο Ενεργού Συμμετοχής

	Πειραματική ομάδα «Γωνιογνώστες»		Ομάδα Ελέγχου «Visnos»		Z	d
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση		
Σύνολο Ενεργού Συμμετοχής	3.30	0.42	3.07	0.47	-2.07*	0.55
Γνωστική συμμετοχή	3.56	0.51	3.24	0.64	-2.63 **	0.69
Συναισθηματική συμμετοχή	3.48	0.61	3.41	0.63	-0.58	0.18
Κοινωνική συμμετοχή	2.76	0.64	2.49	0.66	-2.23*	0.58

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

6.2.2 Αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών των δύο ομάδων σε σχέση με την τελική τους επίδοση

Έχοντας ως στόχο τη διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών για τη γνωστική, συναισθηματική, κοινωνική συμμετοχή και συνολική ενεργό συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου με την επίδοσή τους στο τελικό διαγνωστικό εννοιολογικό δοκίμιο, πραγματοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος Spearman's correlation (Πίνακας 10). Ο έλεγχος κατέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις για τη συνολική ενεργό συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας και στη συνολική τελική τους επίδοση ($\rho=0.35$, $p<.05$). Ωστόσο, ο έλεγχος δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών της ομάδας ελέγχου με τη συνολική τελική τους επίδοση. Επιπλέον, δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών για τη γνωστική, συναισθηματική, και κοινωνική συμμετοχή με τη συνολική τελική επίδοση των μαθητών σε οποιαδήποτε από τις δύο ομάδες.

Πίνακας 10

Συσχετίσεις Αντιλήψεων Ανάμεσα στη Συμμετοχή των Μαθητών της Ομάδας Ελέγχου και της Πειραματικής Ομάδας

	Γνωστική συμμετοχή	Συναισθηματική συμμετοχή	Κοινωνική συμμετοχή	Συνολική ενεργός συμμετοχή
Συνολική επίδοση (Ομάδα Ελέγχου)	0.09	0.31	0.20	0.21
Συνολική επίδοση (Πειραματική Ομάδα)	0.18	0.31	0.25	0.35*

* $p < .05$, ** $p < .01$. *** $p < .001$

6.3 Παράγοντες επίδρασης στις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής μαθητών

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην υποενότητα αυτή αποσκοπούν στη διερεύνηση του τρίτου ερευνητικού ερωτήματος που έχει τεθεί στην παρούσα διατριβή: «Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;»

Συγκεκριμένα, μέσα από την ανάλυση των ατομικών συνεντεύξεων διερευνήθηκαν οι «ενισχυτικοί» όσο και οι «αποδυναμωτικοί» παράγοντες που επίδρασαν και καθόρισαν τις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, ανά συνθήκη. Ως εκ τούτου, οι παράγοντες αυτοί κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κύριες θεματικές κατηγορίες ως εξής: «ενισχυτικοί παράγοντες» και «αποδυναμωτικοί παράγοντες». Επιπλέον, εντός της κάθε κατηγορίας οι παράγοντες που αναδείχθηκαν κατηγοριοποιήθηκαν στις υποκατηγορίες «εκπαιδευτική διαδικασία» και «τεχνολογία».

Ο Πίνακας 11 παρουσιάζει μια σύνοψη των αποτελεσμάτων που προέκυψαν. Στη συνέχεια ακολουθεί παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν σε κάθε υποκατηγορία.

Πίνακας 11

Κατηγοριοποίηση Παραγόντων Επίδρασης στις Αντιλήψεις της Ενεργού Συμμετοχής των Μαθητών ανά Συνθήκη

Είδη παραγόντων	Παράγοντες που αναφέρθηκαν	Ομάδα Ελέγχου <i>N</i> (%)		Πειραματική Ομάδα <i>N</i> (%)	
Ενισχυτικοί παράγοντες	Εκπαιδευτική Διαδικασία	86	60.14%	123	67.58%
	Ικανοποίηση για νέα γνώση	21	14.69%	24	13.19%
	Ευχαρίστηση	21	14.69%	23	12.64%
	Ενδιαφέρον	10	6.99%	19	10.44%
	Παιγνιώδης μάθηση	3	2.10%	14	7.69%
	Ενεργητική μάθηση	11	7.69%	10	5.49%
	Ομαδοσυνεργατική μάθηση	5	3.50%	10	5.49%
	Κίνηση	5	3.50%	7	3.85%
	Ενσώματη νόηση	1	0.70%	8	4.40%
	Οπτική βοήθεια καρτών	4	2.80%	4	2.20%
	Παρατήρηση άλλων μαθητών	3	2.10%	3	1.65%
	Συναγωνισμός	2	1.40%	1	0.55%
	Τεχνολογία	30	20.98%	38	20.88%
	Αλληλεπίδραση	20	13.99%	20	10.99%
	Άμεση ανατροφοδότηση	0	0.00%	8	4.40%
	Αντανάκλαση/Προβολή σώματος	0	0.00%	5	2.75%
	Καινοτόμα προσέγγιση	3	2.10%	2	1.10%
	Ευκολία χρήσης	2	1.40%	2	1.10%
	Ακρίβεια	5	3.50%	1	0.55%
	Αποδυναμωτικοί παράγοντες	Εκπαιδευτική διαδικασία	22	15.38%	11
Θόρυβος συμμαθητών		12	8.39%	6	3.30%
Αποσυγκέντρωση		4	2.80%	3	1.65%
Ανταγωνισμός		2	1.40%	2	1.10%
Δυσκολία χρήσης καρτών		1	0.70%	0	0%
Δυσaréσκεια		3	2.10%	0	0%
Τεχνολογία		5	3.50%	10	5.50%
Καθυστέρηση αναγνώρισης κίνησης		0	0%	4	2.20%
Αργή λειτουργία		1	0.70%	3	1.65%
Δυσκολία χρήσης		4	2.80%	1	0.55%
Ανακρίβεια ανατροφοδότησης		0	0%	1	0.55%
Λανθασμένη αναγνώριση γωνιών		0	0%	1	0.55%

6.3.1 Ενισχυτικοί παράγοντες: Εκπαιδευτική διαδικασία

Οι μαθητές και στις δύο ομάδες απέδωσαν την ενεργό συμμετοχή τους σε ένα σύνολο ενισχυτικών παραγόντων που αφορούσαν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στους ενισχυτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την εκπαιδευτική διαδικασία ($n=123$ αναφορές, 67.58%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου ($n=86$ αναφορές, 60.14%).

Κατά κύριο λόγο, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, έδωσαν αρκετά μεγαλύτερη έμφαση στο ενδιαφέρον που τους προκάλεσε η εκπαιδευτική δραστηριότητα ($n=19$ αναφορές, 10.44%), καθώς και στην ομαδοσυνεργατική μάθηση ($n=10$ αναφορές, 5.49%) αλλά και το ψηλότερο επίπεδο ενσώματης νόησης που την χαρακτήριζε ($n=8$ αναφορές, 4.40%), σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Ωστόσο, κατά κύριο λόγο μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, τόνισαν την παιγνιώδη μάθηση που προκλήθηκε μέσα από την αξιοποίηση της ψηφιακής

εφαρμογής «Γωνιογνώστες» ($n=14$ αναφορές, 7.69%) σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου ($n=3$ αναφορές, 2.10%), π.χ.

«Μου άρεσε που είχαμε ομάδες και η κάθε ομάδα ενικούσε κι ήταν ωραίο το παιχνίδι. [#5, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

«Μου άρεσε χθες που παίζαμε, που χωριστήκαμε σε ομάδες και που κάναμε τις ευθείες γραμμές.» [#7, Αγόρι, Πειραματική Ομάδα]

«Μου άρεσε που δοκιμάσαμε όλοι με σειρά χωρίς αδικίες. Δεν πειράζει που δεν κέρδισε η Α ομάδα και κέρδισε η Β, τουλάχιστον δοκιμάσαμε όλοι κάτι να κάνουμε.» [#39, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

Από την άλλη πλευρά, δεν διαφάνηκαν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους υπόλοιπους ενισχυτικούς παράγοντες σε σχέση με την εκπαιδευτική διαδικασία, στους οποίους αναφέρθηκαν οι μαθητές από τις δύο συνθήκες, όπως: η *ενεργητική μάθηση*, η *κίνηση*, η *οπτική βοήθεια των καρτελών*, η *παρατήρηση των άλλων μαθητών* και ο *συναγωνισμός*. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι κατεξοχήν παράγοντες στους οποίους έγινε σχεδόν εξίσου αναφορά από τους μαθητές των δύο ομάδων ήταν η *ικανοποίηση για τη νέα γνώση* (πειραματική ομάδα: $n=24$ αναφορές, 13.19%, ομάδα ελέγχου: $n=21$ αναφορές, 14.69%) και η *ευχαρίστηση* (πειραματική ομάδα: $n=23$ αναφορές, 12.64%, ομάδα ελέγχου: $n=21$ αναφορές, 14.69%) π.χ.

«Επειδή ήταν πολλά διασκεδαστικό και βγήκε πανέμορφο το μάθημα.» [#59, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

«Όλο το μάθημα μου άρεσε εμένα.» [#51, Κορίτσι, Ομάδα Ελέγχου]

6.3.2 Ενισχυτικοί παράγοντες: Τεχνολογία

Επιπλέον, οι μαθητές και στις δύο ομάδες απέδωσαν την ενεργό συμμετοχή τους σε ένα σύνολο ενισχυτικών παραγόντων που αφορούσαν στην τεχνολογία που αξιοποιήθηκε σε κάθε συνθήκη. Επισημαίνεται, όμως, ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στους ενισχυτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την τεχνολογία ($n=38$ αναφορές, 20.88%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου ($n=30$ αναφορές, 20.98%).

Κατά κύριο λόγο, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, έδωσαν αρκετά μεγαλύτερη έμφαση στην *άμεση ανατροφοδότηση* που τους δινόταν μέσω της εφαρμογής «Γωνιογνώστες» ($n=8$ αναφορές, 4.40%), καθώς και στη δυνατότητα της εφαρμογής για *αντανάκλαση/προβολή του σώματός τους* στο διαδραστικό πίνακα ($n=5$ αναφορές, 2.75%), σε αντίθεση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, οι οποίοι, λόγω των χαρακτηριστικών της εφαρμογής «Visnos» δεν αναφέρθηκαν καθόλου στους εν λόγω παράγοντες. Π.χ.

«Με βοήθησε η τεχνολογία, γιατί προσπαθούσα να την φτιάξω (τη γωνία) και μου έδειχνε πως να την κάνω σωστά και μου έγραφε ότι ήταν σωστό για να ξέρω όλες τις φορές τι να κάνω. (...) Ναι, βασικά έβλεπα την ορθή γωνία και να κάνω εγώ την κίνηση και αυτό σκέφτηκα εν πολλοίς ωραίο, γιατί μόλις κάνω μια κίνηση: Α! Εν 90 μοίρες και αυτό εν 80, τούτο εν 180, και παραξενεύτηκα στην αρχή (...) έπρεπε να ήταν λίγο δύσκολο να προσπαθήσει να βρει (η τεχνολογία) πόσο την κάναμε (τη γωνία) και το έβρισκε σωστά (η τεχνολογία) και είναι ενδιαφέρον αυτό.» [#5, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

Αντίστροφα, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της ομάδας ελέγχου, έδωσαν αρκετά μεγαλύτερη έμφαση στην *ακρίβεια* της εφαρμογής «Visnos» ($n=5$ αναφορές, 3.50%), σε αντίθεση με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας, οι οποίοι αναφέρθηκαν λιγότερο στο σημείο αυτό ($n=1$ αναφορά, 0.55%). Π.χ.

«(...) η δασκάλα μπορεί να ζωγραφίσει με την ρίγα και θα βάλει λάθος τους αριθμούς (μοίρες) εννοώ το σχήμα και δεν θα καταλαβαίνω, δεν θα βγει τόσο τέλειο (ακριβές) όσο στην τεχνολογία.» [#37, Κορίτσι, Ομάδα Ελέγχου].

Από την άλλη πλευρά, δεν διαφάνηκαν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους υπόλοιπους ενισχυτικούς παράγοντες σε σχέση με την τεχνολογία, στους οποίους αναφέρθηκαν οι μαθητές από τις δύο συνθήκες, όπως η *καινοτόμα προσέγγιση* και η *ευκολία χρήσης* των εφαρμογών. Αξίζει δε να αναφερθεί ότι ο κατεξοχήν παράγοντας στον οποίο έγινε εξίσου αναφορά από τους μαθητές των δύο ομάδων ήταν η *αλληλεπίδραση* (πειραματική ομάδα: $n=20$ αναφορές, 10.99%, ομάδα ελέγχου: $n=20$ αναφορές, 13.99%).

6.3.3 Αποδυναμωτικοί παράγοντες: Εκπαιδευτική διαδικασία

Οι μαθητές και στις δύο ομάδες αναφέρθηκαν, ωστόσο, και σε κάποιους αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονταν με την εκπαιδευτική διαδικασία, οι οποίοι είχαν αρνητική επίδραση στην ενεργό τους συμμετοχή. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου στους αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την εκπαιδευτική διαδικασία ($n=22$ αναφορές, 15.38%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας ($n=11$ αναφορές, 6.14%).

Κατά κύριο λόγο, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της ομάδας ελέγχου, έδωσαν αρκετά μεγαλύτερη έμφαση στο *θόρυβο* που επικρατούσε κατά την εκπαιδευτική δραστηριότητα ($n=12$ αναφορές, 8.39%), καθώς και στην *δυσανεπείθεια* που ένιωσαν κατά τη δραστηριότητα ($n=3$ αναφορές, 2.10%) π.χ.

«Έχασα τη συγκέντρωσή μου δύο φορές. Μια που εφώναζαν ούλλοι «οι τούτο, ναι τούτο, έτσι», επήε η προσοχή μου αλλού. Τζιαι μια άλλη στιγμή που εφώναζαν ούλλοι «εν λάθος τούτο», το ίδιο αυτό απλώς σε διαφορετικά παιδιά, ας πούμε που ήταν η Α. εφώναζε η ομάδα της Α. «οι έτσι, λάθος» τζιαι στο τέλος ήταν σωστό τούτο που έγγραψε τζιαι τούτο που ελέαν (οι συμμαθητές της) ήταν λάθος.» [#54, Αγόρι, Ομάδα Ελέγχου]

«Δεν μου άρεσε. Επειδή δεν μου αρέσει να βγαίνω πάνω (στον διαδραστικό πίνακα).» [#31, Αγόρι, Ομάδα Ελέγχου]

Από την άλλη πλευρά, δεν διαφάνηκαν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους υπόλοιπους αποδυναμωτικούς παράγοντες, στους οποίους αναφέρθηκαν οι μαθητές από τις δύο συνθήκες, όπως η αποσυγκέντρωση και ο ανταγωνισμός που βίωσαν κάποιοι από τους μαθητές

6.3.4 Αποδυναμωτικοί παράγοντες: Τεχνολογία

Αντίστοιχα, οι μαθητές και στις δύο ομάδες αναφέρθηκαν σε ένα σύνολο αποδυναμωτικών παραγόντων σε συνάρτηση με την τεχνολογία που αξιοποιήθηκε, οι οποίοι είχαν αρνητική επίδραση στην ενεργό τους συμμετοχή. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στους αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την τεχνολογία που αξιοποιήθηκε ($n=10$ αναφορές, 5.50%), ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου ($n=5$ αναφορές, 3.50%).

Κατά κύριο λόγο, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, έκαναν λόγο για τα τεχνικά θέματα που αντιμετώπισαν, καθ' όσον ήταν δεν είχαν ξαναέρθει σε επαφή με κάποια αντίστοιχη ψηφιακή εφαρμογή όπως η *καθυστέρηση στην αναγνώριση κίνησης* ($n=4$ αναφορές, 2.20%), η *αργή λειτουργία* ($n=3$ αναφορές, 1.65%), η *ανακρίβεια ανατροφοδότησης* ($n=1$ αναφορά, 0.55%) και η *λανθασμένη αναγνώριση γωνιών* ($n=1$ αναφορά, 0.55%). π.χ.

«Με δυσκόλεψε που δεν μπορούσα να μείνω ακίνητος (εννοώντας στη θέση που αντιστοιχούσε σε συγκεκριμένη γωνία για αρκετό χρόνο).» [#7, Αγόρι, Πειραματική Ομάδα]

«Να μην μαγκώνει η τεχνολογία, να έχει άλλες γωνίες, 50, 75 μοίρες να είναι γρήγορο, να μην κάμνει 5 λεπτά να κάμει.» [#4, Αγόρι, Πειραματική Ομάδα]

«Βασικά το μόνο που πρέπει να αλλάξει να μην μαγκώνει, εν τζιαί φταίει τούτο.» [#68, Κορίτσι, Πειραματική Ομάδα]

Από την άλλη πλευρά, μέσα από τις αναφορές τους οι μαθητές της ομάδας ελέγχου, έδωσαν έμφαση στη *δυσκολία χρήσης* της εφαρμογής «Visnos» ($n=4$ αναφορές, 2.80%), σε αντίθεση με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας, οι οποίοι αναφέρθηκαν λιγότερο στο σημείο αυτό ($n=1$ αναφορά, 0.55%). Π.χ.

«Με δυσκόλεψε ο πίνακας γιατί πατούσαν κάτι λάθος κάποιοι και τρόμαξα, (...), για κάποιους ήταν δύσκολο να το κάνουν (να χειριστούν την τεχνολογία).» [#37, Κορίτσι, Ομάδα Ελέγχου]

«Επειδή είναι λίγο δύσκολο, αν ακουμπήσει κάπου το χέρι μπορεί να κάνεις ζημιά.» [#19, Αγόρι, Ομάδα Ελέγχου]

7 Συζήτηση

Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή, σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης ενσώματης μάθησης – μέσα από τη χρήση και αντιπαραβολή ψηφιακών εφαρμογών που την προάγουν σε διαφορετικά επίπεδα – στις αντιλήψεις των μαθητών ως προς την ενεργό συμμετοχή τους και στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες, στο πλαίσιο της Γεωμετρίας, στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών στη Δημοτική

Εκπαίδευση. Για την επίτευξη του εν λόγω σκοπού, τέθηκαν προς διερεύνηση τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχουν διαφορές ως προς την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε σχέση με τις γωνίες στα Μαθηματικά Δημοτικής εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;
2. Υπάρχουν διαφορές ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;
3. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης;

Στις υποενοότητες που ακολουθούν συζητούνται τα κυριότερα ευρήματα που έχουν προκύψει ανά ερευνητικό ερώτημα.

7.1 Εννοιολογική κατανόηση των μαθητών

Όσον αφορά στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, μέσα από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, δηλαδή του διαγνωστικού δοκιμίου των Μαθηματικών, φάνηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική και στην τελική επίδοση των μαθητών ως προς τις μαθηματικές έννοιες των γωνιών της γεωμετρίας, τόσο στην πειραματική ομάδα, όσο και στην ομάδα ελέγχου. Επομένως, καταδείχθηκε η βελτίωση που υπήρξε ως προς την εννοιολογική κατανόηση σχετικά με τις γωνίες μετά την παρέμβαση με τις τεχνολογίες ενσώματης μάθησης και στις δύο ομάδες. Ωστόσο, συγκρίνοντας την τελική συνολική επίδοση των μαθητών ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά, βάσει των ποσοτικών δεδομένων.

Παρά ταύτα, η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων, δηλαδή των ατομικών συνεντεύξεων κατά την οποία διερευνήθηκε περαιτέρω η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών, ανέδειξε μία διαφορετική εικόνα ως προς την εννοιολογική κατανόηση ανάμεσα στις δύο ομάδες, σε σύγκριση με τα αποτελέσματα των ποσοτικών δεδομένων, δηλαδή του διαγνωστικού δοκιμίου των Μαθηματικών. Οι συνεντεύξεις με τους μαθητές φάνηκε να είναι ένα φιλικότερο μέσο συλλογής δεδομένων. Στο πλαίσιο αυτό αναδείχθηκαν ευρήματα, όπως το ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας κατέδειξαν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό γνωστικών κερδών και σημαντικά μικρότερο αριθμό παρανοήσεων. Ως εκ τούτου, διαφάνηκε ότι τα ποιοτικά δεδομένα και συγκεκριμένα οι συνεντεύξεις δίνουν στους ερευνητές τη δυνατότητα να

ανακαλύψουν ευρήματα, τα οποία συχνά δεν είναι «ορατά» μέσα από άλλα μέσα συλλογής δεδομένων Rubin και Rubin (2011).

Συγκεκριμένα, βάσει της ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων, τα γνωστικά κέρδη των μαθητών της πειραματικής ομάδας (π.χ. ονομασία, υπόδειξη και αναγνώριση γωνιών) υπερίσχυσαν σε σχέση με αυτά της ομάδας ελέγχου. Ο ισχυρισμός δε για την καλύτερη εννοιολογική κατανόηση των μαθητών της πειραματικής ομάδας ενισχύεται περαιτέρω, διότι τα ποιοτικά δεδομένα που προέκυψαν μέσα από τις συνεντεύξεις κατέδειξαν παράλληλα σημαντικό αριθμό παρανοήσεων ως προς την εννοιολογική κατανόηση (π.χ. ονομασία, υπόδειξη, αναγνώριση και εκτίμηση γωνιών) κυρίως των μαθητών της ομάδας ελέγχου.

Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι το ψηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης που προήγαγε η ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» συνέβαλε αποτελεσματικότερα στην οικοδόμηση των μαθηματικών εννοιών. Στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία, η οποία αναφέρθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής, συζητήθηκαν ορισμένες έρευνες που ακολούθησαν πειραματικό σχεδιασμό και εντόπισαν θετικά αποτελέσματα στις γνώσεις των μαθητών, οι οποίες χρησιμοποίησαν τεχνολογίες που προάγουν την ενσώματη μάθηση (Johnson-Glenberg et al., 2009; Homer et al., 2013; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Lindgren et al., 2016; Lan et al., 2018; Georgiou et al., 2021) όπως και η παρούσα έρευνα. Βέβαια, ως επί το πλείστο, οι έρευνες αυτές κατέληξαν σε θετικά γνωσιολογικά αποτελέσματα συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μαθητών που συμμετείχαν σε παραδοσιακή διδασκαλία και μαθητών που συμμετείχαν σε διδασκαλία με τη χρήση νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης (Johnson-Glenberg et al., 2009; Homer et al., 2013; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Georgiou et al., 2021). Επιπλέον, κάποιες έρευνες βρήκαν θετικά γνωστικά αποτελέσματα συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μαθητών που συμμετείχαν σε διδασκαλία με χρήση τεχνολογιών που δεν προήγαγαν και τεχνολογιών που προήγαγαν την ενσώματη μάθηση (Hung et al., 2014; Johnson-Glenberg, Savio-Ramos, & Henry, 2014; Lindgren et al., 2016). Η διαφορά λοιπόν των προαναφερθέντων ερευνών με την παρούσα έρευνα είναι ότι στην παρούσα μελέτη η σύγκριση έγινε μεταξύ τεχνολογικά-υποστηριζόμενων μαθησιακών περιβαλλόντων που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης, εντοπίζοντας πιο θετικά αποτελέσματα ως προς τις γνώσεις που αποκόμισαν οι μαθητές που χρησιμοποίησαν την τεχνολογία που αντιστοιχούσε σε ψηλότερο επίπεδο της ενσώματης μάθησης.

7.2 Αντιλήψεις ενεργού συμμετοχής των μαθητών

Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα (για την ύπαρξη διαφορών ως προς τις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής

Εκπαίδευσης ανάμεσα σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης), η ανάλυση του ερωτηματολογίου ενεργού συμμετοχής κατέδειξε κάποιες στατιστικά σημαντικές διαφορές που ευνοούν την τεχνολογία που αντιστοιχούσε σε ψηλότερο επίπεδο της ενσώματης μάθησης, μέσω της ψηφιακής εφαρμογής «Γωνιογνώστες». Συγκεκριμένα, προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο των αντιλήψεων για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, ανάμεσα στην πειραματική και στην ομάδα ελέγχου, με τις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών της πειραματικής ομάδας να καταδεικνύουν ότι η ενεργός τους συμμετοχή ξεπέρασε αυτή των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη βιβλιογραφία διάφορες έρευνες διερεύνησαν την ενσώματη μάθηση με τη χρήση τεχνολογιών και ανακάλυψαν θετικά αποτελέσματα ως προς τις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών (Johnson-Glenberg et al., 2009; Tolentino et al., 2009; Johnson et al., 2013; Kuo, 2013; Sylla, 2013; Homer et al., 2013; Si, 2015; Wei, 2015; Lindgren et al., 2016; Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018; Georgiou et al., 2021). Εντούτοις, σημειώνεται ότι καμία έρευνα δεν συνέκρινε τις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών στο πλαίσιο δύο τεχνολογικά-υποστηριζόμενων μαθησιακών περιβαλλόντων που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης.

Επίσης, η παρούσα έρευνα μελέτησε εκτός από τις αντιλήψεις των μαθητών για τη συνολική ενεργό συμμετοχή, τις επί μέρους αντιλήψεις τους για τη συναισθηματική, γνωστική και κοινωνική συμμετοχή των μαθητών, καταδεικνύοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές στη γνωστική συμμετοχή, καθώς επίσης και στην κοινωνική συμμετοχή ανάμεσα στην πειραματική και στην ομάδα ελέγχου, με τη γνωστική και κοινωνική συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας να ξεπερνά τη γνωστική και κοινωνική συμμετοχή των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Αξίζει δε να σημειωθεί ότι από τη βιβλιογραφία που μελετήθηκε, μόνο μία έρευνα διερεύνησε τη γνωστική, συναισθηματική και τη κοινωνική συμμετοχή των μαθητών, βρίσκοντας όμως ψηλότερα αποτελέσματα μόνο στη συναισθηματική συμμετοχή των μαθητών (Georgiou et al., 2021). Ωστόσο, στην έρευνα των Georgiou et al. 2021, η σύγκριση των αντιλήψεων των μαθητών ως προς την ενεργό συμμετοχή τους εστίασε σε τεχνολογικά και μη-τεχνολογικά υποστηριζόμενα περιβάλλοντα ενσώματης μάθησης. Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να αποδοθούν στο ότι η χρήση τεχνολογίας προκάλεσε παρόμοια επίπεδα συναισθηματικής συμμετοχής στους μαθητές των δύο ομάδων δεδομένου ότι αποτέλεσε μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική πρόταση έναντι στην παραδοσιακή διδασκαλία των μαθητών. Ωστόσο, η πρόσληψη της ψηφιακής εφαρμογής «Γωνιογνώστες» ως μια κατ'εξοχήν παιγνιώδη δραστηριότητα που υποστήριξε ψηλότερα επίπεδα ενσώματης νόησης ενδέχεται να αποτελεί μια πιθανή εξήγηση για τα αυξημένα επίπεδα της κοινωνικής και γνωστικής συμμετοχής των μαθητών της πειραματικής ομάδας.

Τέλος, στο πλαίσιο διερεύνησης των συσχετίσεων των αντιλήψεων των μαθητών ανάμεσα στη γνωστική, συναισθηματική, κοινωνική συμμετοχή και στη συνολική ενεργό συμμετοχή των μαθητών της

πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου με την επίδοσή τους στο τελικό διαγνωστικό εννοιολογικό δοκίμιο και κατ' επέκταση στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών των δύο ομάδων, αναδείχθηκε ένα επίσης σημαντικό εύρημα. Παρ' όλο που δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με τη γνωστική, συναισθηματική, και κοινωνική συμμετοχή με τη συνολική τελική επίδοση των μαθητών, η διερεύνηση αυτή κατέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις για τη συνολική ενεργό συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας και στη συνολική τελική τους επίδοση. Αντίθετα, ο ίδιος έλεγχος δεν κατέδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής των μαθητών της ομάδας ελέγχου με τη συνολική τελική τους επίδοση. Η θετική συσχέτιση ανάμεσα στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή και στα ακαδημαϊκά επιτεύγματα των μαθητών δεν αποτελεί κάποιο συγκλονιστικό εύρημα, αφού το εν λόγω εύρημα έχει τεκμηριωθεί επανειλημμένα στη βιβλιογραφία (π.χ. Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004). Παρά ταύτα, αξίζει να αναφερθεί ότι δεν έχει διερευνηθεί τέτοιου είδους συσχέτιση σε κάποια από τις εμπειρικές έρευνες που μελετήθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, γι' αυτό και το συγκεκριμένο εύρημα έρχεται να φωτίσει μία νέα πτυχή των τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων που προάγουν ψηλά επίπεδα ενσώματης μάθησης.

7.3 Παράγοντες επίδρασης στις αντιλήψεις της ενεργού συμμετοχής μαθητών

Αναφορικά με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, μέσω της ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων και συγκεκριμένα των συνεντεύξεων, οι παράγοντες που διαφάνηκε να επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους κατά τη διαδικασία μάθησης των γωνιών στα Μαθηματικά Δημοτικής Εκπαίδευσης σε τεχνολογικά-υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα που προάγουν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης, κατηγοριοποιήθηκαν σε ενισχυτικούς και αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονταν με την εκπαιδευτική διαδικασία και την τεχνολογία που αξιοποιήθηκε. Στο πλαίσιο αυτό, επισημαίνεται ότι οι συνολικές αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας στους ενισχυτικούς παράγοντες που σχετίζονταν τόσο με την εκπαιδευτική διαδικασία, όσο και με την τεχνολογία, ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Επιπρόσθετα, και σε ενίσχυση του προαναφερθέντος, οι συνολικές αναφορές των μαθητών της ομάδας ελέγχου στους αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονται τόσο με την εκπαιδευτική διαδικασία, όσο και με την τεχνολογία ξεπέρασαν τις αντίστοιχες αναφορές των μαθητών της πειραματικής ομάδας. Επομένως, διαφαίνεται ότι, σε συμφωνία με τα ποσοτικά αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, η εκπαιδευτική παρέμβαση στην οποία αξιοποιήθηκε η εφαρμογή ψηλής ενσώματης μάθησης «Γωνιογνώστες» συνέβαλε θετικότερα στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, σε σύγκριση με την εκπαιδευτική παρέμβαση στην οποία αξιοποιήθηκε η εφαρμογή χαμηλής ενσώματης μάθησης «Visnos».

Συγκεκριμένα, αρκετοί μαθητές της πειραματικής ομάδας αναφέρθηκαν στον παράγοντα της ομαδοσυνεργατικής μάθησης, παράγοντας ο οποίος έχει αναδειχθεί και σε προηγούμενες έρευνες ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης (Sylla, 2013; Georgiou et al., 2021). Επίσης, οι μαθητές της ίδιας ομάδας αναφέρθηκαν συχνά στο ενδιαφέρον που τους προκάλεσε η εκπαιδευτική διαδικασία καθαυτή. Το ενδιαφέρον δε που προκαλούν στους μαθητές οι τεχνολογίες που προάγουν ψηλά επίπεδα ενσώματης μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει εντοπιστεί ξανά στη βιβλιογραφία (Homer et al., 2013; Wei, 2015). Επιπλέον, η πλειοψηφία των μαθητών και των δύο ομάδων αναφέρθηκαν εξίσου στην ικανοποίηση που ένιωσαν μαθαίνοντας κάτι καινούριο, θεωρώντας ότι οι τεχνολογίες ενσώματης μάθησης συνέβαλαν σε αυτό – παρεμφερή τοποθέτηση έκαναν και μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα των Lindgren και άλλων (2016). Ένας ακόμα παράγοντας που διαδραμάτισε ρόλο στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών των δύο ομάδων ήταν η ευχαρίστηση των μαθητών – παράγοντας που έχει επίσης διαπιστωθεί και στην ήδη υφιστάμενη βιβλιογραφία της ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών (Si, 2015; Lindgren et al., 2016; Kosmas, Ioannou & Retalis, 2018).

Βέβαια, οι μαθητές των δύο ομάδων της παρούσας έρευνας αναφέρθηκαν σε μερικούς παράγοντες οι οποίοι ενίσχυσαν θετικά τις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή τους και, βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που προηγήθηκε φαίνεται ότι δεν έχουν αναφερθεί από κάποια άλλη εμπειρική έρευνα ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Ένας από τους παράγοντες αυτούς είναι ο ενεργητικός ρόλος των μαθητών, συγκεκριμένα το γεγονός ότι οι μαθητές ήταν συνεχώς σε εγρήγορση και μπορούσαν να εμπλακούν στη διαδικασία μάθησης. Θετικό ρόλο στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών είχε επίσης και το βοηθητικό υλικό που είχαν στη διάθεση τους – οι βοηθητικές δηλ. καρτέλες με την οπτικοποίηση των γωνιών στις οποίες μπορούσαν να ανατρέξουν όταν κάποιος άλλος συμμαθητής τους ερχόταν σε επαφή με την τεχνολογία και έτσι να συνεχίσουν να εμπλέκονται ενεργά κατά τη διαδικασία μάθησης. Σημαντική ήταν και η παρατήρηση του συμμαθητή ή της συμμαθήτριας που ερχόταν σε επαφή με την τεχνολογία, αναφέροντας ότι αυτό τους βοήθησε να μάθουν και ταυτοχρόνως το έβρισκαν διασκεδαστικό, καθώς και ο συναγωνισμός που δημιουργήθηκε μεταξύ των παιδιών έχοντας όλοι ένα κοινό στόχο, τη δημιουργία των γωνιών με τη χρήση της τεχνολογίας ενσώματης μάθησης. Τέλος, παράγοντες οι οποίοι συνέβαλαν στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και υπερτερούσαν σημαντικά στην πειραματική ομάδα, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ήταν η παιγνιώδης διαδικασία μάθησης, η κίνηση που εκτελούσαν οι μαθητές, καθώς και η ενσώματη νόηση. Οι παράγοντες αυτοί έρχονται να ενισχύσουν τις αναφορές που σημειώθηκαν στην έρευνα των Georgiou et al. (2021), οι οποίοι επίσης διερεύνησαν τους παράγοντες που διαμόρφωσαν τις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών που χρησιμοποίησαν τη ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» στα Μαθηματικά.

Κοινά σημεία αναφοράς με την έρευνα των Georgiou et al. (2021) υπάρχουν ωστόσο και στους αποδυναμωτικούς παράγοντες σε σχέση με την τεχνολογία, διότι τόσο οι μαθητές οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη ψηφιακή εφαρμογή «Γωνιογνώστες» για τη δημιουργία γωνιών στα Μαθηματικά στην έρευνα τους, όσο και οι μαθητές που χρησιμοποίησαν την ίδια εφαρμογή και τεχνολογία στην παρούσα έρευνα, δηλαδή οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, αναφέρθηκαν και σε κάποιους τεχνικούς περιορισμούς της Kinect κάμερα. Συγκεκριμένα, εστιάζοντας στους αποδυναμωτικούς παράγοντες που σχετίζονταν με την τεχνολογία, οι μαθητές που συμμετείχαν στην ομάδα ελέγχου της παρούσας έρευνας φάνηκε να είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση του διαδραστικού πίνακα και την οθόνη αφής. Μία εύλογη εξήγηση για το γεγονός αυτό είναι ότι η χρήση των οθονών αφής κυριαρχεί στη ζωή των παιδιών π.χ. χρήση tablet, smartphone. Αντίθετα, οι μαθητές που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα αντιμετώπισαν διάφορους τεχνικούς περιορισμούς καθώς φάνηκε να μην είναι εξοικειωμένοι με την touchless [έλλειψη αφής] τεχνολογία. Συγκεκριμένα, οι μαθητές έρχονται συχνά αντιμέτωποι με τεχνικούς περιορισμούς σε τέτοιες δραστηριότητες λόγω της έλλειψης εξοικείωσής τους με την Kinect κάμερα (Pan, 2017).

Αυτοί οι τεχνικοί περιορισμοί που αναφέρθηκαν από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας, βάσει της υφιστάμενης βιβλιογραφίας αποδίδονται στο «φαινόμενο καινοτομίας» [novelty effect], το οποίο μπορεί να προκαλέσει αφενός τον υπέρμετρο ενθουσιασμό των παιδιών λόγω μιας καινούριας τεχνολογίας, αλλά αφετέρου μπορεί να προκαλέσει εμπόδιο στη μάθηση λόγω της μη εξοικείωσης με τις εκάστοτε τεχνολογίες και τον χειρισμό τους (Makransky & Lilleholt, 2018). Σε ένα τέτοιου είδους τεχνολογικά-υποστηριζόμενο περιβάλλον ενσώματης μάθησης, υπάρχει η πιθανότητα ενεργοποίησης του φαινομένου αυτού, δηλαδή οι μαθητές να ασχολούνται περισσότερο με την ψηφιακή εφαρμογή ως τέτοια και σε λιγότερο βαθμό με το μαθησιακό περιεχόμενο αυτό καθ' αυτό, με αποτέλεσμα, σε κάποιες περιπτώσεις να μην προάγεται η ουσιαστική ενεργός συμμετοχή των μαθητών (Annetta et al., 2009; Lim et al., 2006). Βέβαια, όσο οι μαθητές αρχίζουν να κατανοούν την τεχνολογία και να μην εστιάζουν στην καινοτομία της, τόσο περισσότερο αρχίζουν να αντιλαμβάνονται το μαθησιακό περιεχόμενο (Tolentino et al., 2018). Παρ' όλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη τα θετικά ευρήματα της παρούσας έρευνας, ως προς στην εννοιολογική κατανόηση και ως προς τις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών της πειραματικής ομάδας, σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, φαίνεται ότι οι τεχνικοί περιορισμοί που αντιμετώπισαν οι μαθητές της πειραματικής ομάδας καθώς και το φαινόμενο της καινοτομίας, δεν αποτελέσαν σοβαρή τροχοπέδη στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας.

8 Περιορισμοί Έρευνας

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια προκειμένου η παρούσα έρευνα να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του ρόλου των τεχνολογιών ενσώματης μάθησης στην

ενεργό συμμετοχή και στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών. Εντούτοις, προέκυψαν και κάποιοι ερευνητικοί περιορισμοί οι οποίοι είναι σημαντικό να αναφερθούν.

Αρχικά, η πανδημία COVID-19 και κατ' επέκταση η επιβολή διαταγμάτων και πολυάριθμων τροποποιημένων πρωτοκόλλων που έπρεπε να τηρηθούν στα σχολεία, καθυστέρησε σημαντικά τις διαδικασίες λήψης άδειας από το Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης [ΚΕΕΑ]. Ως εκ τούτου, αυτό συνέβαλε σημαντικά στη μείωση του χρόνου της ερευνητικής στα σχολεία και επηρέασε αρκετές διαδικασίες κατά την παρούσα έρευνα. Για παράδειγμα, κατά τις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις αποφεύχθηκε οποιαδήποτε συνεργασία των μαθητών για τη δημιουργία γωνιών, διότι αυτό προϋπόθετε σωματική επαφή μεταξύ των μαθητών, η οποία δεν επιτρεπόταν λόγω της πανδημίας.

Επιπλέον, εστιάζοντας στο δείγμα, παρ' ότι επιλέχθηκαν μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης που επρόκειτο να διδαχτούν τις συγκεκριμένες μαθηματικές έννοιες σε μετέπειτα χρονικό διάστημα της ίδιας σχολικής χρονιάς, το δείγμα ήταν σχετικά μικρό, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων. Επιπρόσθετα, στην παρούσα έρευνα οι συνεντεύξεις διεξάχθηκαν περίπου στο 1/3 των μαθητών του δείγματος ενώ τα αποτελέσματα της εννοιολογικής κατανόησης των ποιοτικών δεδομένων όπως αυτά προέκυψαν μέσα από τις συνεντεύξεις διαφοροποιήθηκαν σε σχέση με τα ποσοτικά δεδομένα που προέκυψαν από το εννοιολογικά δοκίμια. Μελλοντικές έρευνες μπορούν να διεξάγουν συνεντεύξεις σε όλο το δείγμα των μαθητών θέτοντας δομημένες ερωτήσεις εννοιολογικής κατανόησης σε σχέση με τις γωνίες, διασφαλίζοντας μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ως προς τα θετικά αποτελέσματα της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών που χρησιμοποίησαν τη ψηφιακή εφαρμογή που αντιστοιχούσε στο ψηλότερο επίπεδο ενσώματης μάθησης. Αδιαμφισβήτητα, η εφαρμογή της έρευνας του θέματος σε μεγαλύτερο και αντιπροσωπευτικότερο δείγμα μαθητών θα οδηγήσει σε εγκυρότερα αποτελέσματα.

Τέλος, η παρούσα έρευνα εστίασε στη σύγκριση δύο τεχνολογικά-υποστηριζόμενων περιβαλλόντων που προωθούσαν διαφορετικά επίπεδα ενσώματης μάθησης (ψηλό επίπεδο ενσώματης μάθησης ως προς τους άξονες της σωματικής συμμετοχής και συσχέτισης κίνησης-μαθησιακού περιεχομένου, και αντίστροφα χαμηλού επιπέδου ενσώματης μάθησης). Ωστόσο, μελλοντικές έρευνες, μπορούν να απομονώσουν και να διερευνήσουν περαιτέρω τη συνεισφορά των εν λόγω αξόνων εστιάζοντας σε μαθησιακά περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από ψηλή σωματική συμμετοχή και χαμηλή συσχέτιση κίνησης-μαθησιακού περιεχομένου, και αντίστροφα, ώστε να διαφανεί περαιτέρω η βαρύτητα του κάθε άξονα στο πλαίσιο της ενσώματης μάθησης.

9 Συμπεράσματα

Αναμφίβολα, η ένταξη του σώματος στη διαδικασία μάθησης έχει γίνει πλέον επίκεντρο μελέτης από αρκετούς ερευνητές (Evans et al., 2009; Lan et al. 2015). Η παρούσα μελέτη παρέχει μια πρώτη εμπειρική τεκμηρίωση σχετικά με την προστιθέμενη αξία των τεχνολογικά-υποστηριζόμενων μαθησιακών περιβαλλόντων ενσώματης μάθησης. Η εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε στις δύο ομάδες της παρούσας εμπειρικής έρευνας ήταν πανομοιότυπη και δεν υπήρχαν διαφορές πέραν της ενσώματης τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε στην κάθε ομάδα, ώστε τα αποτελέσματα των δύο ομάδων να επηρεάζονται κυρίως από την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε στην εκάστοτε συνθήκη και να είναι συγκρίσιμα.

Η παρούσα έρευνα κατέδειξε ότι η τεχνολογία η οποία προάγει ψηλότερο επίπεδο ενσώματης μάθησης συμβάλλει θετικότερα στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή και κατ' επέκταση στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε αφηρημένες μαθηματικές έννοιες όπως οι γωνίες στη Γεωμετρία των Μαθηματικών, σε σχέση με μία τεχνολογία που προάγει χαμηλότερο επίπεδο ενσώματης μάθησης. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η μαθηματική κατανόηση αφηρημένων εννοιών μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της ενσώματης μάθησης για θετικότερα γνωστικά αποτελέσματα (Nathan & Walkington, 2017; Tran et al., 2017). Η παρούσα έρευνα έρχεται να προσθέσει στον ισχυρισμό αυτών των ερευνών, την αξία της τεχνολογίας στην ενσώματη διαδικασία μάθησης και δη των ψηφιακών εφαρμογών που προάγουν ψηλότερα επίπεδα ενσώματης μάθησης.

Αξίζει δε να σημειωθεί, ότι βάσει της υφιστάμενης βιβλιογραφίας υπάρχει περιορισμός ως προς τις υπάρχουσες πληροφορίες για τον τρόπο που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εντάξουν τις τεχνολογίες ενσώματης μάθησης στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών (Flood, Shvarts, & Abrahamson, 2020). Παρ' όλο που η παρούσα εμπειρική έρευνα διεξάχθηκε σε αυθεντικό μαθησιακό περιβάλλον τάξης, σε αντίθεση με άλλες εμπειρικές έρευνες οι οποίες υλοποιήθηκαν σε εργαστηριακά περιβάλλοντα ενσώματης μάθησης (Tolentino et al., 2009; Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino & Koziupa, 2014; Yap, 2015; Lindgren et al., 2016; Georgiou, Ioannou, & Kosmas, 2021), τα αποτελέσματα ήταν θετικά και ελπιδοφόρα. Διαφάνηκε ότι μία τεχνολογία ενσώματης μάθησης μπορεί να ενταχθεί με επιτυχία σε μία τυπική σχολική τάξη και να συμβάλει στην επιτυχή διδασκαλία των Μαθηματικών, μέσα από μαθήματα απόλυτα συνυφασμένα με το αναλυτικό πρόγραμμα ως προς τους δείκτες επάρκειας και επιτυχίας. Το μάθημα στο τεχνολογικά – υποστηριζόμενο ενσώματο περιβάλλον εφαρμόστηκε στο εύλογο χρονικό διάστημα των δύο διδακτικών περιόδων και τα αποτελέσματα τόσο στην εννοιολογική κατανόηση, όσο και στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των παιδιών ήταν θετικά. Ένα άλλο πλεονέκτημα των τεχνολογικά – υποστηριζόμενων περιβαλλόντων ενσώματης μάθησης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα, είναι το χαμηλό κόστος των τεχνολογιών αυτών. Επομένως, με γνώμονα την κατάλληλη εκπαίδευση των

εκπαιδευτικών σε σχέση με τις τεχνολογίες αυτές και το χαμηλό χρηματικό κόστος τους, τέτοιου είδους εφαρμογές δύναται να εφαρμοστούν με επιτυχία στο άμεσο μέλλον στα σχολεία Δημοτικής εκπαίδευσης.

Εν κατακλείδι, τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια για την ανάπτυξη και την αξιολόγηση τεχνολογιών ενσώματης μάθησης (Abrahamson et al., 2020). Απαιτείται όμως περισσότερη έρευνα και τεκμηρίωση σε σχέση με την αποτελεσματικότητα της χρήσης νέων τεχνολογιών ενσώματης μάθησης ως προς την εννοιολογική κατανόηση και στις αντιλήψεις για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Η χρήση τεχνολογιών ενσώματης μάθησης εξελίσσεται και εντάσσεται αργά στα σχολεία (Ioannou et al., 2019; Georgiou et al., 2021). Εντούτοις, θεωρείται σημαντικός ο σχεδιασμός, η δημιουργία, η εφαρμογή και η διερεύνηση τεχνολογιών που προάγουν την ενσώματη μάθηση σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, λαμβάνοντας υπόψη την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων, όπως την εννοιολογική κατανόηση και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, καθώς και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα. Στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να σχεδιαστεί, να εφαρμοστεί και να διερευνηθεί ένα ολοκληρωμένο πλάνο ένταξης τεχνολογίας ενσώματης μάθησης για τη διδασκαλία των Μαθηματικών, το οποίο διαφάνηκε να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στους μαθητές, συμβάλλοντας παράλληλα και στην ενίσχυση των πληροφοριών που διατίθενται ως προς την επιλογή και τρόπο ένταξης των τεχνολογικών ενσώματης μάθησης στο σχολικό πλαίσιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abrahamson, D., & Lindgren, R. (2014). Embodiment and embodied design. *In the cambridge handbook of the learning sciences*. (2nd ed.). UC Berkeley.
- Anderson, J. L., & Wall, S. D. (2016). Kinecting Physics: Conceptualization of Motion Through Visualization and Embodiment. *Journal of science education and technology*, 25(2), 161-173. [10.1007/s10956-015-9582-4](https://doi.org/10.1007/s10956-015-9582-4)
- Anderson, M. L. (2003). Embodied cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, 149(1), 91-130. [https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(03\)00054-7](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(03)00054-7)
- Andrade, A. (2017). Understanding student learning trajectories using multimodal learning analytics within an embodied-interaction learning environment. *In Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference* (pp. 70-79). ACM.
- Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2012). Embodiment in mathematics teaching and learning: Evidence from learners' and teachers' gestures. *Journal of the Learning Sciences*, 21(2), 247-286. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611446>
- Antle, A. N., Corness, G., & Droumeva, M. (2008). What the body knows: Exploring the benefits of embodied metaphors in hybrid physical digital environments. *Interacting With Computers*, 21(1-2), 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.10.005>
- Ayala, N. A. R., Mendívil, E. G., Salinas, P., & Rios, H. (2013). Kinesthetic learning applied to mathematics using kinect. *Procedia Computer Science*, 25, 131-135. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.016>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Barsalou, L. W. (2010). Grounded cognition: Past, present, and future. *Topics in Cognitive Science*, 2(4), 716-724. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01115.x>
- Brooks, N., & Goldin-Meadow, S. (2016). Moving to learn: How guiding the hands can set the stage for learning. *Cognitive Science*, 40(7), 1831-1849. <https://doi.org/10.1111/cogs.12292>
- Browning, C. A., Garza-Kling, G., & Sundling, E. H. (2007). What's your angle on angles?. *Teaching Children Mathematics*, 14(5), 283-287. <https://doi.org/10.5951/TCM.14.5.0283>

- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy*, 1(2), 149–219.
- Chi, M. T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *Journal of the Learning Sciences*, 6(3), 271-315. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0603_1
- Chong, T. W., & Lee, B. G. (2018). American sign language recognition using leap motion controller with machine learning approach. *Sensors*, 18(10), 3554. <https://doi.org/10.3390/s18103554>
- Chuan, C. H., Regina, E., & Guardino, C. (2014, December). American sign language recognition using leap motion sensor. In 2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications (pp. 541-544). IEEE.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1989). Learning of geometric concepts in a Logo environment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 450-467. [10.1109/ICMLA.2014.110](https://doi.org/10.1109/ICMLA.2014.110)
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., & Swaminathan, S. (1996). Development of turn and turn measurement concepts in a computer-based instructional unit. *Educational Studies in Mathematics*, 30(4), 313-337. <https://doi.org/10.1007/BF00570828>
- Deb, S., Nama, T., & Saha, S. (2018). Designing a Tangible User Interface (TUI) Using Leap Motion for Elementary Math Learning. *International Journal of Computational Intelligence & IoT*, 2(4).
- Dourish, P. (2001). Seeking a foundation for context-aware computing. *Human-Computer Interaction*, 16(2-4), 229-241. https://doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_07
- Evans, J., Davies, B., & Rich, E. (2009). The body made flesh: Embodied learning and the corporeal device. *British Journal of Sociology of Education*, 30(4), 391-406. <https://doi.org/10.1080/01425690902954588>
- Flood, V. J., Shvarts, A., & Abrahamson, D. (2020). Teaching with embodied learning technologies for mathematics: responsive teaching for embodied learning. *ZDM*, 52(7), 1307-1331. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01165-7>
- Fogel, V. A., Miltenberger, R. G., Graves, R., & Koehler, S. (2010). The effects of exergaming on physical activity among inactive children in a physical education classroom. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 43(4), 591-600. <https://doi.org/10.1901/jaba.2010.43-591>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

- Georgiou, Y., Ioannou, A., & Kosmas, P. (2021). Comparing a digital and a non-digital embodied learning intervention in geometry: can technology facilitate?. *Technology, Pedagogy and Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2021.1874501>
- Georgiou, Y., & Ioannou, A. (2020, July). A co-design approach for the development and classroom integration of embodied learning apps. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 217-229). Springer, Cham.
- Goldin-Meadow, S., Cook, S. W., & Mitchell, Z. A. (2009). Gesturing gives children new ideas about math. *Psychological Science*, 20(3), 267-272. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02297.x>
- Goldinger, S. D., Papesh, M. H., Barnhart, A. S., Hansen, W. A., & Hout, M. C. (2016). The poverty of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(4), 959-978. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0860-1>
- Hall, R., & Nemirovsky, R. (2012). Introduction to the special issue: Modalities of body engagement in mathematical activity and learning. *Journal of the Learning Sciences*, 21(2), 207-215. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.611447>
- Han, J., Shao, L., Xu, D., & Shotton, J. (2013). Enhanced computer vision with microsoft kinect sensor: A review. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 43(5), 1318- 1334. [10.1109/TCYB.2013.2265378](https://doi.org/10.1109/TCYB.2013.2265378)
- Ho, J. H., Zhou, S. Z., Wei, D., & Low, A. (2009). Investigating the effects of educational Game with Wii Remote on outcomes of learning. In *Transactions on Edutainment III* (pp. 240-252). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Homer, B. D., Kinzer, C. K., Plass, J. L., Letourneau, S. M., Hoffman, D., Bromley, M., & Kornak, Y. (2014). Moved to learn: The effects of interactivity in a Kinect-based literacy game for beginning readers. *Computers & Education*, 74, 37-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.007>
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2008). Visible embodiment: Gestures as simulated action. *Psychonomic bulletin & review*, 15(3), 495-514. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.3.495>
- Hoyles, C. (2010). Mathematics education and technology: Rethinking the terrain. J. B. Lagrange (Ed.). Berlin: Springer.
- Hung, I. C., Lin, L. I., Fang, W. C., & Chen, N. S. (2014). Learning with the body: An embodiment-based learning strategy enhances performance of comprehending fundamental optics. *Interacting with Computers*, 26(4), 360-371. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwu011>

- Ioannou, M., Ioannou, A., Georgiou, Y., & Retalis, S. (2020). Designing and orchestrating the classroom experience for technology-enhanced embodied learning. In M. Gresalfi & I. S. Horn (Eds.), *The interdisciplinarity of the Learning Sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020* (Vol. 2, pp. 1079–1086). International Society of the Learning Sciences. <https://doi.org/https://doi.dx.org/10.22318/icls2020.1079>
- Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of educational psychology, 106*(1), 86–104. <https://doi.org/10.1037/a0034008.supp>
- Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D., & Usyal, S. (2009). SMALLab: Virtual geology studies using embodied learning with motion, sound, and graphics. *Educational Media International, 46*(4), 267–280.
- Johnson-Glenberg, M. C., Savio-Ramos, C., & Henry, H. (2014). “Alien Health”: A nutrition instruction exergame using the kinect sensor. *GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications, 3*(4), 241–251.
- Johnson, K., Pavleas, J., & Chang, J. 2013. Kinecting to Mathematics through Embodied Interactions. *Computer, 46* (10) .101 – 104 doi:10.1109/MC.2013.363
- Kaur, H. (2017). *Young children’s understanding of angles in a dynamic geometry environment* (Doctoral dissertation, Education: Faculty of Education).
- Khademi, M., Mousavi Hondori, H., McKenzie, A., Dodakian, L., Lopes, C. V., & Cramer, S. C. (2014, April). Free-hand interaction with leap motion controller for stroke rehabilitation. In *Proceedings of the extended abstracts of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems* (pp. 1663–1668). ACM.
- Kontra, C., Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2012). Embodied learning across the life span. *Topics in cognitive science, 4*(4), 731–739.
- Kosmas, P., Ioannou, A., & Retalis, S. (2017, September). Using embodied learning technology to advance motor performance of children with special educational needs and motor impairments. In *European conference on technology enhanced learning* (pp. 111–124). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5_9
- Kosmas, P., Ioannou, A. & Retalis, S. (2018). Moving Bodies to Moving Minds: A Study of the Use of Motion-Based Games in Special Education. *Tech Trends, 62*(6), 594–601. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0294-5>

- Kosmas, P., Ioannou, A., & Zaphiris, P. (2019). Implementing embodied learning in the classroom: effects on children's memory and language skills. *Educational Media International*, 56(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/09523987.2018.1547948>
- Kuo, F. R., Hsu, C. C., Fang, W. C., & Chen, N. S. (2014). The effects of Embodiment-based TPR approach on student English vocabulary learning achievement, retention and acceptance. *Journal of King Saud University-computer and information sciences*, 26(1), 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2013.10.003>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago press.
- Lan, Y. J., Chen, N. S., Li, P., & Grant, S. (2015). Embodied cognition and language learning in virtual environments. *Educational Technology Research & Development*, 63(5), 639-644. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9401-x>
- Lan, Y. J., Fang, W. C., Hsiao, I. Y., & Chen, N. S. (2018). Real body versus 3D avatar: the effects of different embodied learning types on EFL listening comprehension. *Educational Technology Research and Development*, 66(3), 709-731. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9569-y>
- Lindgren, R., & Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by Embodiment: Six Precepts for Research on Embodied Learning and Mixed Reality. *Educational Researcher*, 42(8), 445-452. <https://doi.org/10.3102/0013189X13511661>
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing Learning and Engagement through Embodied Interaction within a Mixed Reality Simulation. *Computers & Education*, 95, 174-187.
- Lycan, W. G. (2009). Giving Dualism its Due. *Australasian journal of philosophy*, 87(4), 551-563. <https://doi.org/10.1080/00048400802340642>
- Macedonia, M. (2019). Embodied learning: why at school the mind needs the body. *Frontiers in psychology*, 10, 2098. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02098>
- Maldonado, N. (2010). Technology in the classroom: Wii: An innovative learning tool in the classroom. *Childhood Education*, 86(4), 284-285. <https://doi.org/10.1080/00094056.2010.10523167>
- Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141-1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Meece, J. L., Blumenfeld, P. C., & Hoyle, R. H. (1988). Students' goal orientations and cognitive engagement in classroom activities. *Journal of educational psychology*, 80(4), 514.

- Meier, B. P., Schnall, S., Schwarz, N., & Bargh, J. A. (2012). Embodiment in Social Psychology. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 705–716. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01212.x>
- Mitchelmore, M. C. (1989). The development of children's concepts of angle. In *Proceedings of the 13th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 1989* (Vol. 2, pp. 304-311). PME.
- Nainggolan, F. L., Siregar, B., & Fahmi, F. (2016, August). Anatomy learning system on human skeleton using Leap Motion Controller. In *2016 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)* (pp. 465-470). IEEE.
- Nathan, M. J., & Walkington, C. (2017). Grounded and embodied mathematical cognition: Promoting mathematical insight and proof using action and language. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s41235-016-0040-5>
- Nemirovsky, R., Tierney, C., & Wright, T. (1998). Body motion and graphing. *Cognition and instruction*, 16(2), 119-172. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1602_1
- Nijs, L., & Leman, M. (2014). Interactive technologies in the instrumental music classroom: A longitudinal study with the Music Paint Machine. *Computers & Education*. 73. 40-59. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.11.008>
- Pan, W. F. (2017). The effects of using the Kinect motion-sensing interactive system to enhance English learning for elementary students. *Journal of Educational Technology & Society*, 20 (2), 188-200. <https://www.jstor.org/stable/90002174>
- Patrick, H., Ryan, A. M., & Kaplan, A. (2007). Early adolescents' perceptions of the classroom social environment, motivational beliefs, and engagement. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 83. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.99.1.83>
- Pirker, J., Pojer, M., Holzinger, A., & Gütl, C. (2017, July). Gesture-based interactions in video games with the leap motion controller. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 620-633). Springer, Cham.
- Rimm-Kaufman, S. E. (2010). Student Engagement in Mathematics Scale (SEMS). Unpublished measure, University of Virginia. <https://static1.squarespace.com/static/5b994ff4af209646fb51faa5/t/5c7eb8389140b7803eccb0c8/1551808568480/Student+Engagement+in+Mathematic+Scale.pdf>
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2011). *Qualitative interviewing: The art of hearing data*. sage. (3rd ed.). SAGE.

- Ryan, F., Coughlan, M., & Cronin, P. (2009). Interviewing in qualitative research: The one-to-one interview. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 16(6), 309-314. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2009.16.6.42433>
- Säljö, R. (2010). Digital tools and challenges to institutional traditions of learning: technologies, social memory and the performative nature of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 53-64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00341.x>
- Schoonenboom, J., & Johnson, R. B. (2017). How to construct a mixed methods research design. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 69(2), 107-131. <https://doi.org/10.1007/s11577-017-0454-1>
- Schlömer, T., Poppinga, B., Henze, N., & Boll, S. (2008, February). Gesture recognition with a Wii controller. In *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 11-14). ACM.
- Shoval, E. (2011). Using mindful movement in cooperative learning while learning about angles. *Instructional Science*, 39(4), 453-466. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9137-2>
- Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 571. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.4.571>
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0092-9>
- Smith, C. P., King, B., & Hoyte, J. (2014). Learning angles through movement: Critical actions for developing understanding in an embodied activity. *The Journal of Mathematical Behavior*, 36, 95-108. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.09.001>
- Si, M. (2015). A virtual space for children to meet and practice Chinese. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25(2), 271-290. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0035-7>
- Stocker, K. (2012). Toward an embodiment-disembodiment taxonomy. *Cognitive Processing*, 13(1), 347-350. <https://doi.org/10.1007/s10339-012-0495-3>
- Sylla, C. (2013, June). Designing a tangible interface for collaborative storytelling to access 'embodiment' and meaning making. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 651-654). ACM.

- Tod, A. (2006). Interviewing. Cited in Gerrish, K., & Lacey, A. *The Research Process in Nursing*.
- Tolentino, L., Birchfield, D., Megowan-Romanowicz, C., Johnson-Glenberg, M. C., Kelliher, A., & Martinez, C. (2009). Teaching and learning in the mixed-reality science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 18(6), 501-517. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9166-2>
- Tran, C., Smith, B., & Buschkuehl, M. (2017). Support of mathematical thinking through embodied cognition: Nondigital and digital approaches. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2, 16. <https://doi.org/10.1186/s41235-017-0053-8>
- Turkay, S., Hoffman, D., Kinzer, C. K., Chantes, P., & Vicari, C. (2014). Toward understanding the potential of games for learning: Learning theory, game design characteristics, and situating video games in classrooms. *Computers in the Schools*, 31(1-2), 2-22. <https://doi.org/10.1080/07380569.2014.890879>
- Vernadakis, N., Gioftsidou, A., Antoniou, P., Ioannidis, D., & Giannousi, M. (2012). The impact of Nintendo Wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. *Computers & Education*, 59(2), 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.01.003>
- Weichert, F., Bachmann, D., Rudak, B., & Fisseler, D. (2013). Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller. *Sensors*, 13(5), 6380-6393. <https://doi.org/10.3390/s130506380>
- Wilson, A., & Golonka, S. (2013). Embodied cognition is not what you think it is. *Frontiers in Psychology*, 4, 58. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00058>
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636. <https://doi.org/10.3758/BF03196322>
- Wei, C., W., Chen, H., H., & Chen, N., S. (2015). Effects of embodiment-based learning on perceived cooperation process and social flow. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 608-613. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.201>
- Yap, K., Zheng, C., Tay, A., Yen, C. C., & Do, E. Y. L. (2015, March). Word out!: learning the alphabet through full body interactions. *In Proceedings of the 6th Augmented Human International Conference* (pp. 101-108). ACM.
- Zhang, Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. *IEEE Multimedia*, 19(2), 4-10. [10.1109/MMUL.2012.24](https://doi.org/10.1109/MMUL.2012.24)

Zhu, C. Y., Cheng, I. L., Chew, S. W., Wu, G. Y., Hsu, C. N., & Chen, N. S. (2017). The Effect of Children Learning English Vocabulary through a Gesture-Based System. *In Innovations in Smart Learning* (pp. 209-214). Springer, Singapore.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης γονέων και κηδεμόνων για τη συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΟΝΕΩΝ/ΚΗΔΕΜΟΝΩΝ

Αγαπητοί γονείς και κηδεμόνες,

Ονομάζομαι Βασιλική Καλλίνου, είμαι εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπαίδευσης και παρακολουθώ το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «*Νέες τεχνολογίες μάθησης και επικοινωνίας*», στο Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου (ΤΕ.ΠΑ.Κ).

Στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού μου προγράμματος και για σκοπούς ολοκλήρωσης των σπουδών μου, καλούμαι να φέρω εις πέρας μια ερευνητική μελέτη. Η ερευνητική μελέτη θα πραγματοποιηθεί στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών και αφορά τη γεωμετρία και συγκεκριμένα την εκμάθηση των γωνιών. Κατά τη διάρκεια διδακτικής παρέμβασης (διάρκειας τριών σαραντάλεπτων περιόδων), που θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της ερευνητικής μελέτης οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με διαδραστικές τεχνολογίες μάθησης για την εκμάθηση των γωνιών.

Σκοπός της εν λόγω ερευνητικής μελέτης είναι η διερεύνηση των διαφορών ανάμεσα σε εφαρμογές ενσώματης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών που αντιστοιχούν σε διαφορετικό φάσμα της ενσώματης μάθησης, έτσι ώστε να διαφανεί αν το φάσμα ενσώματης μάθησης στο οποίο αντιστοιχεί η τεχνολογία επιδρά στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών και στην ενεργό τους εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία.

Οφέλη για τους μαθητές

Οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να λάβουν μέρος σε μια ιδιαίτερα καινοτόμα και πρωτοποριακή διδακτική παρέμβαση κατά τη διάρκεια του οποίου θα έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν και να σχηματίζουν γωνίες με βιωματικό και αλληλεπιδραστικό τρόπο, χρησιμοποιώντας νέες και διαδραστικές τεχνολογίες. Επίσης, θα δοθεί σε όλους τους μαθητές η δυνατότητα της ενεργής συμμετοχής στη διαδικασία μάθησης.

Τρόπος συλλογής δεδομένων

- 1) Συμπλήρωση διαγνωστικού δοκιμίου των 10' που αφορά τις γωνίες, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.
- 2) Συμπλήρωση ερωτηματολογίου αξιολόγησης μαθησιακής εμπειρίας μετά το τέλος παρέμβασης διάρκειας 10'.
- 3) Βιντεογράφιση και λήψη φωτογραφιών με στόχο την καταγραφή/εικονική αποτύπωση του τρόπου εργασίας των μαθητών και της αλληλεπίδρασής τους με την τεχνολογία.
- 4) Συμμετοχή σε ατομικές ή ομαδικές συνεντεύξεις, οι οποίες θα ηχογραφηθούν με διάρκεια 10'-15'.

Η συλλογή, ανάλυση και φύλαξη των δεδομένων αναμένεται να πραγματοποιηθεί κατά τον Οκτώβριο του 2020 ακολουθώντας τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Προσωπικών Δεδομένων (GDPR).

Τα διαγνωστικά δοκίμια και τα ερωτηματολόγια θα συμπληρωθούν **ανώνυμα** και οποιαδήποτε αναφορά σε δεδομένα μαθητή από τις συνεντεύξεις θα γίνεται με τη χρήση ψευδώνυμου. Κατά τις προσωπικές συνεντεύξεις με τους μαθητές θα ληφθεί πρόνοια για την παρουσία εκπαιδευτικού του σχολείου στη συνέντευξη. Οι ηχογραφημένες συνεντεύξεις και οι βιντεογραφημένοι διάλογοι/αλληλεπιδράσεις των παιδιών θα απομαγνητοφωνηθούν με χρήση ψευδώνυμου, ώστε να διατηρηθεί η ανωνυμία των παιδιών. Μετά από την απομαγνητοφώνηση και ανάλυση των βιντεογραφήσεων και ηχογραφήσεων, τα βίντεο και τα ηχητικά αρχεία θα διαγραφούν. Οι φωτογραφίες θα εστιάζουν στις δραστηριότητες και όχι στα πρόσωπα των παιδιών. Σε περίπτωση που τυχόν φωτογραφηθούν πρόσωπα παιδιών, τα πρόσωπα των παιδιών θα θολώνονται (blurring) και οι πρωτότυπες φωτογραφίες θα διαγραφούν. Όλα τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν **μόνο** για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας. Σε κάθε περίπτωση, θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για ασφαλή φύλαξη των προσωπικών δεδομένων των παιδιών καθώς επίσης και της ανωνυμίας τους.

Επισημαίνεται επίσης, ότι η συμμετοχή του παιδιού σας στην έρευνα είναι εθελοντική. Το παιδί μπορεί να απέχει ή να αποχωρήσει οποιαδήποτε στιγμή χωρίς καμία απολύτως συνέπεια. Η έρευνα προϋποθέτει και τη σύμφωνη γνώμη του παιδιού ανεξάρτητα από το αν ο/η γονέας/κηδεμόνας έχει δώσει τη συγκατάθεσή του/της για τη συμμετοχή του. **Παρακαλώ όπως συμπληρώσετε το ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ/ΚΗΔΕΜΟΝΑ που ακολουθεί και όπως το επιστρέψετε στον/στην εκπαιδευτικό του παιδιού σας μέχρι την Παρασκευή 16/10/2020.**

Για οποιαδήποτε διευκρινήσεις ή ερωτήσεις μην διστάσετε να επικοινωνήσετε μαζί μου.

Τηλέφωνο Επικοινωνίας: 99103800

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο: vkallinou@gmail.com

Για υποβολή παραπόνου ή καταγγελίας μπορείτε να επικοινωνήσετε με την κυρία Μαρίλια Παναγιώτου (Λειτουργός Πανεπιστημίου, Υπηρεσία Έρευνας ΤΕ.ΠΑ.Κ) στο τηλέφωνο 25002548.

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ/ΚΗΔΕΜΟΝΑ

Ονομάζομαι Βασιλική Καλλίνου, είμαι εκπαιδευτικός Δημοτικής Εκπαίδευσης και στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «*Νέες τεχνολογίες μάθησης και επικοινωνίας*», στο Τμήμα Επικοινωνίας και Σπουδών Διαδικτύου του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου (ΤΕ.ΠΑ.Κ) θα πραγματοποιήσω μια ερευνητική μελέτη αναφορικά με τις νέες τεχνολογίες που προάγουν την ενσώματη μάθηση στα Μαθηματικά.

Παρακαλώ συμπληρώστε το πιο κάτω κείμενο:

Ως γονέας/κηδεμόνας του μαθητή/της μαθήτριας, έχω διαβάσει και κατανοήσει την περιγραφή της έρευνας. Έχω πληροφορηθεί ότι η αξιοποίηση των δεδομένων που θα ληφθούν από το παιδί μου για ερευνητικούς σκοπούς είναι **εθελοντική** και επιτρέπω τη χρήση τους. Κατανοώ ότι το **όνομα** του παιδιού μου **δεν** θα εμφανιστεί σε οποιαδήποτε δημοσίευση, τα δεδομένα της έρευνας θα αξιοποιηθούν **μόνο** για ερευνητικούς σκοπούς.

Παρακαλώ σημειώστε με « ✓ » σε ένα κουτί:

ΔΙΝΩ τη συγκατάθεση μου για τη συμμετοχή του παιδιού μου (γράψτε το όνομα του

παιδιού σας)..... στην έρευνα για τη διδασκαλία των γωνιών στα Μαθηματικά με τη χρήση νέων τεχνολογιών μάθησης που ανήκουν στο φάσμα της ενσώματης μάθησης.

ΔΕΝ ΔΙΝΩ τη συγκατάθεση μου για τη συμμετοχή του παιδιού μου (γράψτε το όνομα του

παιδιού σας)..... στην έρευνα για τη διδασκαλία των γωνιών στα Μαθηματικά με τη χρήση νέων τεχνολογιών μάθησης που ανήκουν στο φάσμα της ενσώματης μάθησης.

Όνοματεπώνυμο γονέα/κηδεμόνα:


Υπογραφή γονέα/κηδεμόνα:

Ημερομηνία:

Παρακαλώ θερμά όπως επιστρέψετε το «ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ/ΚΗΔΕΜΟΝΑ» (2^η σελίδα) μέχρι την Παρασκευή 16/10/2020. Μπορείτε να κρατήσετε το «ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΟΝΕΑ/ΚΗΔΕΜΟΝΑ» (1^η σελίδα) για το δικό σας αρχείο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Έγκριση από το Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης (ΚΕΕΑ)


ΚΥΠΡΙΑΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

Αρ. Φακ.: 7.15.06.15.1/3
Αρ. Τηλ.: 22803065
Αρ. Φαξ: 22803335
E-mail: dpes@state.gov.cy

22 Σεπτεμβρίου, 2020


Κυρία
Βασιλική Καλλίνου
Μιχαήλη Καραολή 14
4549 Παλύνδια

Θέμα: Άδεια για διεξαγωγή έρευνας μαθητές/μαθήτριες Δημοτικών σχολείων της επαρχίας Λεμεσού

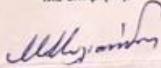
Αγαπητή κυρία Καλλίνου,

Έχω οδηγίες να αναφερθώ στη σχετική με το πιο πάνω θέμα αίτησή σας προς το Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης, που υποβλήθηκε στις 6 Απριλίου 2020, η οποία στάλθηκε για χειρισμό στις 14 Σεπτεμβρίου 2020, και να σας πληροφορήσω ότι εγκρίνεται το αίτημά σας για διεξαγωγή έρευνας με μαθητές/μαθήτριες δημοτικών σχολείων της επαρχίας Λεμεσού που εσείς θα επιλέξετε, με θέμα «*Η ένταξη της ενσωμάτωσης μάθησης με τη χρήση νέων τεχνολογιών στη γεωμετρία μαθηματικών δημοτικής εκπαίδευσης*», την παρούσα σχολική χρονιά 2020-2021. Η απάντηση του Κέντρου Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης σας αποστέλλεται συνημμένα, για δική σας ενημέρωση. Θα πρέπει, επίσης, να παρουσιάσετε το Αναλυτικό Σχέδιο Έρευνας, σε περίπτωση που αυτό σας ζητηθεί.

2. Νοείται, βέβαια, ότι πρέπει να εξασφαλιστεί η άδεια των διευθυντών/νιων των σχολείων, εκ των προτέρων, ώστε να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να μην επηρεαστεί η ομαλή λειτουργία τους. Η έρευνα θα πρέπει να διεξαχθεί με ιδιαίτερα προσεγμένο τρόπο, ώστε να μη θίγεται το έργο των εκπαιδευτικών, το σχολικό περιβάλλον ή οι οικογένειες των μαθητών/νιων και όλες οι δραστηριότητες που θα αναπτυχθούν πρέπει να εμπίπτουν μέσα στο πλαίσιο που καθορίζεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Η έρευνα θα διεξαχθεί νοούμενου ότι η απώλεια του διδακτικού χρόνου των μαθητών/νιων θα περιοριστεί στον ελάχιστο δυνατό βαθμό, ενώ για τη συμμετοχή των μαθητών/νιων και τη χρήση συσκευών καταγραφής εικόνας και ήχου χρειάζεται η **γραπτή** συγκατάθεση των γονιών τους. Οι γονείς πρέπει να γνωρίζουν όλες τις σχετικές λεπτομέρειες για τη διεξαγωγή της έρευνας, καθώς και τα στάδια μέσα από τα οποία θα εξελχθεί. Σημειώνεται, επίσης, ότι τα πορίσματά σας κρίνεται απαραίτητο να είναι ανώνυμα και οι πληροφορίες που θα συλλέξετε να τηρηθούν απόλυτα εμπιστευτικές και αποκλειστικά και μόνο για τον σκοπό της έρευνας.

 Υπουργείο Παιδείας, Πολιτισμού, Αθλητισμού και Νεολαίας, 1434 Λεμεσός
Τηλ.: 22803065 Φαξ: 22428277 Ιστοσελίδα: <http://www.pdes.gov.cy>





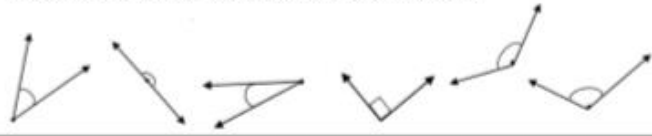

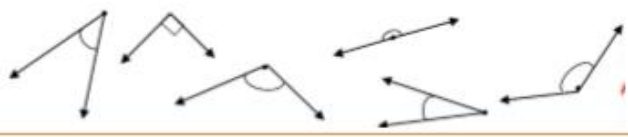
3. Η παρούσα έγκριση παραχωρείται με την προϋπόθεση ότι τα πορίσματα της εργασίας, θα κοινοποιηθούν μόλις αυτή ολοκληρωθεί, στη Διεύθυνση Δημοτικής Εκπαίδευσης για σχετική μελέτη και κατάλληλη αξιοποίηση.

Με εκτίμηση,

(Δρ Μάριος Στυλιανίδης)
για Γενικό Διευθυντή

Καιν.: Π.Α.Ε. Λεμεσού
Επαρχιακό Γραφείο Παιδείας
Πρόεδρο Ενδομηματικής Επιτροπής Μαθηματικών
Επαρχιακό Γραφείο Παιδείας Λευκωσίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Δοκίμιο μαθηματικών

Όνοματεπώνυμο: _____ Ηλικία: ____ (Α/Α): _____	
ΑΣΚΗΣΗ 1	(2α.)
	
Κάθε κομμάτι της πίτσας αντιστοιχεί σε ένα γράμμα. Βάλτε τα γράμματα στη σειρά, ξεκίνησε από το μεγαλύτερο κομμάτι πίτσας:.....	
ΑΣΚΗΣΗ 2	(2α.)
Τα κομμάτια πίτσας που πήραν τα στρομφάκια «μπερδεύτηκαν». Γράψε στα κουτάκια το γράμμα της πίτσας που πήρε το κάθε στρομφάκι σύμφωνα με τις προτάσεις.	
	<ul style="list-style-type: none">• Η Στρομφίτσα πήρε το μικρότερο κομμάτι. <input type="checkbox"/>• Ο Σπιρτούλης πήρε το μεγαλύτερο κομμάτι. <input type="checkbox"/>• Το κομμάτι του Σκουντούφλη είναι μεγαλύτερο από το κομμάτι του Μελένου. <input type="checkbox"/>• Ποιο κομμάτι πήρε ο Μελένιος; <input type="checkbox"/>
ΑΣΚΗΣΗ 3	(2α.)
Να γράψεις κάτω από την κάθε γωνία αν είναι: ορθή, οξεία, αμβλεία ή ευθεία.	
	
ΑΣΚΗΣΗ 4	(2α.)
 Να κυκλώσεις όσες γωνίες είναι μικρότερες από την ορθή γωνία.	
	
ΑΣΚΗΣΗ 5 (2α.)	(2α.)
 Να κυκλώσεις όσες γωνίες είναι μεγαλύτερες από την ορθή γωνία.	
	
ΑΣΚΗΣΗ 6	(2α.)
Συμπλήρωσε τις πιο κάτω προτάσεις με τις λέξεις: οξεία, αμβλεία, ορθή, ευθεία.	
<ul style="list-style-type: none">• Αν μια γωνία ισούται με 90° τότε είναι• Αν μια γωνία ισούται με 57° τότε είναι• Αν μια γωνία ισούται με 130° τότε είναι• Αν μια γωνία ισούται με 180° τότε είναι	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Ερωτηματολόγιο ενεργού συμμετοχής



Αριθμός μαθητή/τριας (βάσει καταλόγου): _____ Ημερομηνία: _____
Ηλικία: _____ Φύλο: _____ Σχολείο: _____ Τάξη: _____

ΠΟΣΟ ΑΠΟΛΑΥΣΕΙΣ ΤΟ ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ;

Ο/η δάσκαλος/α σου θα σου διαβάσουν τις δηλώσεις που ακολουθούν. Για κάθε δήλωση κύκλωσε μία από τις 4 φατσούλες, ώστε να επιλέξεις αυτό που ταιριάζει περισσότερο σε σένα

1. Στο σημερινό μάθημα μαθηματικών, δούλεψα όσο πιο σκληρά μπορούσα.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

2. Σήμερα συζήτησα το μάθημα μαθηματικών που κάναμε με τα άλλα παιδιά.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

3. Σήμερα βοήθησα άλλα παιδιά που δεν ήξεραν τι να κάνουν στο μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

4. Σήμερα μοιράστηκα τις ιδέες μου με τα άλλα παιδιά στο μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

5. Οι μαθητές βοήθησαν ο ένας τον άλλον να μάθουν περισσότερα στο σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

6. Το σημερινό μάθημα μαθηματικών ήταν διασκεδαστικό.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

7. Σήμερα ένιωσα να βαριέμαι το μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

8. Μου άρεσε που σκεφτόμουν στο σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

9. Σήμερα ήταν σημαντικό για μένα να καταλάβω όσο το δυνατό πιο πολλά στο μάθημα των μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

10. Προσπάθησα να μάθω όσο το δυνατό περισσότερα μέσα από το σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

11. Είχε ενδιαφέρον για μένα να μαθαίνω καινούρια πράγματα στο σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

12. Μου άρεσε να συμμετέχω στις δραστηριότητες που κάναμε στο σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

13. Έβαλα αρκετή σκέψη στο σημερινό μάθημα μαθηματικών.

Διαφωνώ     Συμφωνώ

Πηγή: Rimm-Kaufman, S. E. (2010). Student Engagement in Mathematics Scale (SEMS). [Μετάφραση & Προσαρμογή στα ελληνικά]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Πρωτόκολλο της συνέντευξης που αξιοποιήθηκε

Πρωτόκολλο συνέντευξης

(Α) Εισαγωγικό κείμενο

Γεια σου (προσφωνώ τον μαθητή/τη μαθήτρια με το όνομά του/της). Σήμερα θα μιλήσουμε για την εμπειρία που είχες στο μάθημα (με την εφαρμογή «Visnos» / «Γωνιογνώστες»). Για να μπορέσω να καταγράψω τη συνομιλία μας, θα την ηχογραφήσω και έπειτα θα την καταγράψω χωρίς όμως να υπάρχουν κάπου τα προσωπικά σου στοιχεία. Επίσης, η συμμετοχή σου στην έρευνα είναι εθελοντική και μπορείς να αποχωρήσεις οποιαδήποτε στιγμή από την έρευνα χωρίς συνέπειες. Τέλος, τα δεδομένα που θα συλλεγούν θα χρησιμοποιηθούν μόνο για σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας και θα είναι ανώνυμα.

(Β) Ερωτήσεις

1. Ποιες οι γενικές σου εντυπώσεις από το σημερινό μάθημα και την εφαρμογή που αξιοποιήσαμε στα μαθηματικά;
2. Θα μπορούσες να μου αναφέρεις 3-4 πράγματα που σου άρεσαν περισσότερο;
3. Θα μπορούσες να μου αναφέρεις 3-4 πράγματα που σου άρεσαν λιγότερο;
4. Θα μπορούσες να μου αναφέρεις 3-4 πράγματα που σε δυσκόλεψαν περισσότερο;
5. Θα μπορούσες να μου αναφέρεις 3-4 πράγματα που σε δυσκόλεψαν λιγότερο;
6. Σε ποιο βαθμό τράβηξε το ενδιαφέρον και την προσοχή σου η εφαρμογή που χρησιμοποιήσαμε; (Καθόλου, Έτσι κι Έτσι, Πολύ)
7. Ποια στοιχεία/λόγοι/παράγοντες τράβηξαν την προσοχή και το ενδιαφέρον σου περισσότερο στην εφαρμογή;
8. Υπήρχαν μήπως κάποιες στιγμές που έχανες τη συγκέντρωσή σου από την εφαρμογή;
9. Ποια στοιχεία/λόγοι/παράγοντες αποσπούσαν την προσοχή σου και τη συγκέντρωσή σου στην εφαρμογή;
10. Έμαθες καινούρια πράγματα στο σημερινό μάθημα; Αν ναι, τι έμαθες; Μπορείς να μου αναφέρεις 2-3 καινούρια πράγματα που έμαθες;
11. Πώς σε βοήθησε η εφαρμογή και οι δραστηριότητες που συμμετείχες να μάθεις αυτές τις καινούριες γνώσεις;
12. Υπήρχαν λόγοι/στοιχεία/παράγοντες που σε δυσκόλεψαν στο να κατανοήσεις/να αποκτήσεις καινούριες γνώσεις;
13. Έχεις μήπως κάποιες εισηγήσεις για μας τις οποίες θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε για να βελτιώσουμε την εφαρμογή και γενικότερα το σημερινό μάθημα;
14. Θέλεις να μου πεις οτιδήποτε άλλο (π.χ. για το παιχνίδι, για τις δραστηριότητες κλπ);

Ερευνήτρια: Σε ευχαριστώ πολύ για τη συνεργασία!