

**3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή  
«Εκπαιδευτικό υλικό Μαθηματικών και  
Φυσικών Επιστημών: διαφορετικές χρήσεις,  
διασταυρούμενες πορείες μάθησης»**

**Ρόδος, Παρασκευή 9, Σάββατο 10 και Κυριακή 11 Νοεμβρίου 2018**

# **Πρακτικά Συνεδρίου**

**Επιμέλεια: Χρυσάνθη Σκουμπορδή, Μιχαήλ Σκουμιός**

**Ρόδος 2018**

Συνέπειες της έρευνας του John Hattie στην ανάπτυξη και στη χρήση εκπαιδευτικού υλικού στις Φυσικές Επιστήμες και στα Μαθηματικά <i>Δημήτριος Σιδηρόπουλος</i> .....	206
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### Χρήση εκπαιδευτικού υλικού Μαθηματικών

Ανάπτυξη και εφαρμογή διαφοροποιημένου παιχνιδιού, ‘Φιδάκι’, σε παιδιά με τύφλωση <i>Αρχοντούλα Αρβανιτάκη και Χρυσάνθη Σκουμπουρδή</i> .....	217
Η ‘διαφάνεια’ του Sumblox ως εκπαιδευτικού υλικού για την πρόσθεση και την αφαίρεση <i>Αντωνία Μαθά και Χρυσάνθη Σκουμπουρδή</i> .....	227
Η μέτρηση μήκους ως πολιτισμική πρακτική στο Νηπιαγωγείο με την αξιοποίηση κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού <i>Ζωή Κωνσταντινίδου και Μαρία Παπανδρέου</i> .....	237
Διδασκαλία της περιμέτρου και του εμβαδού σε μαθητές της Ε΄ Δημοτικού με τη χρήση tablets <i>Αθανάσιος Καραμάνος και Εμμανουήλ Φωκίδης</i> .....	247
Διερεύνηση της δημιουργικότητας των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα Μαθηματικά με τη χρήση υλικού <i>Δέσποινα Δεσλή και Ερμιόνη Δήμητρα</i> .....	257
Διερεύνηση της συλλογικής δημιουργικότητας μαθητών Δημοτικού μέσω δραστηριοτήτων κατασκευής μαθηματικού προβλήματος <i>Κωνσταντίνα-Παυλίνα Καραμάνη και Κωνσταντίνος Τάτσης</i> .....	272
Μαθηματική γενίκευση στην προσχολική ηλικία: το εκπαιδευτικό υλικό στο πεδίο των κανονικοτήτων <i>Ευαγγελία Παπαδοπούλου</i> .....	282
Δημιουργική χρήση υλικού στη μαθηματική εκπαίδευση: ο ρόλος της γενίκευσης <i>Μαριάννα Τζεκάκη</i> .....	292
Το Αναλυτικό Πρόγραμμα ως Εκπαιδευτικό Υλικό: το Παράδειγμα του Πολλαπλασιαστικού Εννοιολογικού Πεδίου <i>Ξένια Βαμβακούση και Μαρία Καλδρυμίδου</i> .....	302
Διερευνώντας με Ψηφιακά Μέσα για την κατανόηση τριγωνομετρικών εννοιών μέσω της περιοδικότητας <i>Μυρτώ Καραβάκου και Χρόνης Κυνηγός</i> .....	312
Καθιστώντας ορατό το αόρατο: Ο ρητός και ο άρρητος λόγος σε ψηφιακό περιβάλλον <i>Βασιλική Παπαγιαννακοπούλου και Κώστας Χατζηκυριάκου</i> .....	325
Νοεροί υπολογισμοί με ρητούς: έχει σημασία η βαθμίδα εκπαίδευσης; <i>Ιωάννης Παπαδόπουλος, Μιχαήλ Καρακώστας και Στυλιανή Παναγιωτοπούλου</i> .....	335
Τα δωμάτια απόδρασης ως περιβάλλον έκφρασης της μαθηματικής επιχειρηματολογίας <i>Ειρήνη Τέντα και Ιωάννης Παπαδόπουλος</i> .....	345
Μελέτη της επαγγελματικής γνώσης και των πρακτικών εκπαιδευτικών που διασκευάζουν εκπαιδευτικό ψηφιακό υλικό για τα Μαθηματικά <i>Δημήτρης Διαμαντίδης και Χρόνης Κυνηγός</i> .....	356
Απόψεις μελλοντικών δασκάλων για τα μαθηματικά και μαθηματικό άγχος <i>Δήμητρα Ρεμούνδου και Ευγένιος Αυγερινός</i> .....	366
Η αντίληψη του κύβου σε σχέση με άλλες έννοιες των μαθηματικών από μελλοντικούς δασκάλους <i>Ευγένιος Αυγερινός, Άρης Μαλκότσης και Δήμητρα Ρεμούνδου</i> .....	377

# Διδασκαλία της περιμέτρου και του εμβαδού σε μαθητές της Ε΄ Δημοτικού με τη χρήση tablets

Αθανάσιος Καραμάνος<sup>1</sup> και Εμμανουήλ Φωκίδης<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Πανεπιστήμιο Αιγαίου, premnt15014@rhodes.aegean.gr

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Αιγαίου, fokides@aegean.gr

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από διδακτικές παρεμβάσεις στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν tablets και μικρο-εφαρμογές με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας για τη διδασκαλία της περιμέτρου και του εμβαδού γεωμετρικών σχημάτων σε μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού. Συμμετείχαν 60 μαθητές χωρισμένοι σε τρεις ομάδες. Η διδασκαλία στηρίχθηκε στο μοντέλο των Driver και Oldham, με τη διαφορά ότι στην πρώτη ομάδα χρησιμοποιήθηκε έντυπο υλικό, στη δεύτερη έντυπο και ψηφιακό υλικό και στην τρίτη χρησιμοποιήθηκαν tablets. Δεδομένα συλλέχθηκαν με φύλλα αξιολόγησης. Επίσης, στην τρίτη ομάδα χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο για την καταγραφή των απόψεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες όσον αφορά τις επιδόσεις παρά μόνο στη διατηρησιμότητα των γνώσεων. Από την άλλη, φάνηκε η θετική στάση και το ενδιαφέρον για τη χρήση tablets κατά τη διδασκαλία, αναδεικνύοντας την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση μεθόδων ένταξής τους στο σχολείο.*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** εμβαδόν, μαθητές δημοτικού, περίμετρος, tablets

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχουν έρθει στο προσκήνιο τα tablets, φορητές ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες επιτρέπουν στους χρήστες να εργάζονται όπου και αν βρίσκονται, αλλά και να μαθαίνουν ό,τι θέλουν και όποτε το θέλουν. Τα tablets φαίνεται να προσφέρουν αρκετά στη μαθησιακή διαδικασία, βελτιώνοντας τα μαθησιακά αποτελέσματα, προσφέροντας κίνητρα για μάθηση και ενισχύοντας μία σειρά από απαραίτητες δεξιότητες. Με βάση τα παραπάνω, γεννήθηκε ο προβληματισμός κατά πόσο η χρήση tablets για τη διδασκαλία στοιχείων γεωμετρίας και, συγκεκριμένα, των εννοιών της περιμέτρου και του εμβαδού, θα μπορούσαν να βελτιώσουν το επίπεδο και τη διατηρησιμότητα των γνώσεων των μαθητών, αλλά και για τη στάση και τις απόψεις τους για τη διδασκαλία τους χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνολογία. Για να εξεταστούν τα παραπάνω, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πρόγραμμα διδακτικών παρεμβάσεων, που

είχαν ως ομάδα-στόχο μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

## **Η ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΜΒΑΔΟ ΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ**

Παρότι τα Μαθηματικά αποτελούν βασικό διδακτικό αντικείμενο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, είναι καθολική η διαπίστωση πως οι μαθητές αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα (Κολέζα, 2006). Η φύση του του μαθήματος, το εκπαιδευτικό σύστημα, τα αναλυτικά προγράμματα, ατομικοί παράγοντες, ο διατιθέμενος διδακτικός χρόνος και ο εκπαιδευτικός, συμβάλλουν στη δημιουργία αυτού του προβλήματος (Καραγεώργος, 2003), με αποτέλεσμα οι μαθητές να αισθάνονται αποστροφή, όχι μόνο για τα Μαθηματικά, αλλά και για τις θετικές επιστήμες γενικότερα (Χαλκιά, 2012). Η έννοια του εμβαδού εισάγεται από την Α΄ τάξη του δημοτικού, καθώς οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την έννοια της κάλυψης επιφάνειας. Η έννοια της περιμέτρου, εισάγεται στη Δ΄ τάξη, όπου συνοδεύει την έννοια του εμβαδού, μέσα από υπολογισμό του εμβαδού και της περιμέτρου παραλληλόγραμμων και σύνθετων σχημάτων. Σε μεγαλύτερο βαθμό και τα δύο μελετώνται στην Ε΄ τάξη. Τα συμπεράσματα ερευνών δείχνουν ότι οι μαθητές δεν κατανοούν τις δύο έννοιες, με αποτέλεσμα να οδηγούνται σε παρανοήσεις (Cavanagh, 2007; Zacharos & Chassapis, 2012). Ειδικά το εμβαδόν, απαιτεί περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την επιφάνεια και την ανάπτυξη μαθηματικής σκέψης (Υεο, 2008). Η μη σταθερή σχέση περιμέτρου και εμβαδού μπερδεύει τους μαθητές, καθώς θεωρούν ότι όταν αυξάνεται το εμβαδόν αυξάνεται και η περίμετρος (Γαγάτσης, Γεωργίου, Τούρβας & Χαραλάμπους, 2006). Σε άλλες έρευνες αναφέρεται ότι οι μαθητές μπερδεύουν το ύψος και τη βάση σε ένα τρίγωνο και δεν κατανοούν τον τύπο υπολογισμού του εμβαδού του (Cavanagh, 2007; Zacharos & Chassapis, 2012). Δυσκολίες υπάρχουν επίσης στην κατανόηση των ισοεμβαδικών σχημάτων (Carpenter, Coburn, Reys, & Wilson, 1975). Αναφορικά με τα μη κανονικά σχήματα, οι μαθητές πιστεύουν ότι δεν έχουν εμβαδόν με την αιτιολόγηση ότι το σχήμα είναι περίεργο και έχει πολλές πλευρές (Cavanagh, 2007). Σύμφωνα με τους Maher & Beattys (1986), σε αυτά τα σχήματα οι μαθητές φαίνεται να χάνουν τις θεμελιώδεις έννοιες της διατήρησης του εμβαδού λόγω του ότι δεν μοιάζουν με τα συνηθισμένα γεωμετρικά σχήματα (Γαγάτσης κ.ά., 2006). Οι Hirstein et al. (1978) επισήμαναν ότι οι μετρήσεις που κάνουν οι μαθητές έχουν λίγη ή καθόλου σχέση με το τι μετράται, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούν μονάδες μέτρησης μήκους αντί για μονάδες μέτρησης επιφάνειας. Επίσης, οι μαθητές απλά απομνημονεύουν τους αλγόριθμους υπολογισμού εμβαδών και τους εφαρμόζουν χωρίς σκέψη (Reynolds & Wheatley, 1996). Υποστηρίζεται δε, ότι η παραδοσιακή διδασκαλία δεν προσφέρεται, καθώς δεν βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τα εννοιολογικά χαρακτηριστικά της μέτρησης του εμβαδού. Αντίθετα, εποικοδομητιστικά διδακτικά μοντέλα που προκρίνουν τη συνεργασία των μαθητών φαίνεται να έχουν καλύτερα αποτελέσματα (Zacharos & Chassapis, 2012).

## ΤΑ TABLETS ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

Η δημοτικότητα των tablets έχει προκαλέσει το ερευνητικό ενδιαφέρον για τις εφαρμογές τους στην εκπαίδευση. Οι συσκευές αυτές επιτρέπουν στους μαθητές να μαθαίνουν οποιαδήποτε στιγμή όπου και αν βρίσκονται, λόγω του μικρού τους μεγέθους και βάρους, του κόστους, καθώς και της σύνδεσης στο Διαδίκτυο (Botzer & Yerushalmy, 2006). Σύμφωνα με τους Şad και Göktaş (2014) μέσα από αυτές τις δυνατότητες αναπτύχθηκε η έννοια της κινητής μάθησης (mobile learning). Φαίνεται ότι η χρήση των tablets από τους μαθητές ενισχύει τη διερευνητική μάθηση (Häßler, Major, & Hennessy, 2016), βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Lai, Yang, Chen, Ho & Chan, 2007) και συμβάλλει στην αύξηση των κινήτρων για μάθηση (Furió, Juan, Seguí, & Vivo, 2015). Βέβαια, υπάρχουν και άλλα οφέλη, όπως η εξατομικευμένη μάθηση, η ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων η οποία διευκολύνει την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση (Ciampa, 2014). Επίσης, δίνονται στους μαθητές ευκαιρίες αυτοαξιολόγησης, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αυτονομία τους (West, 2013). Η αύξηση του βαθμού συνεργασίας των μαθητών (Clarke & Svanaes, 2014) και η προσφορά ευκαιριών στους εκπαιδευτικούς για συνεχή ανατροφοδότηση και αξιολόγηση (Goodwin, 2012), επίσης έχουν αναφερθεί. Βέβαια, για να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τα tablets στην τάξη και να βοηθήσουν τους μαθητές, οι δάσκαλοι πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με αυτά (Falloon, 2013). Επιπλέον, η εξεύρεση κατάλληλων εφαρμογών είναι μια σημαντική διαδικασία που πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες των μαθητών (Powell, 2014). Αναφορικά με τη χρήση των tablets για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και στοιχείων Γεωμετρίας, ισχύουν οι ίδιες διαπιστώσεις με άλλα γνωστικά αντικείμενα. Φαίνεται ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά (Sommerauer & Müller, 2014), ιδιαίτερα σε θέματα Γεωμετρίας (Leitão, Rodrigues, & Marcos, 2018) και στη διατηρησιμότητα των γνώσεων (Radu, Doherty, DiQuollo, McCarthy, & Tiu, 2015). Αυτό γιατί οι εφαρμογές για tablets φαίνεται να βοηθούν στην καλύτερη οπτικοποίηση αντικείμενων (Kaufmann, Steinbugl, Dunser, & Gluck, 2005), ενώ παράλληλα, υπάρχει θετικός αντίκτυπος στην χωρική ικανότητα των μαθητών (Radu et al., 2015) και στις ικανότητες επίλυσης περιγραφικών ασκήσεων (Gutiérrez de Ravé, Jiménez-Hornero, Ariza-Villaverde, & Taguas-Ruiz, 2016). Θετική επίδραση στα κίνητρα για μάθηση επίσης έχει αναφερθεί (Young, Kristanda, & Hansun, 2016).

## ΜΕΘΟΔΟΣ

Φαίνεται ότι τα tablets έχουν ένα αξιόλογο εκπαιδευτικό δυναμικό και, πιθανώς, μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία στοιχείων που αφορούν το εμβαδόν γεωμετρικών σχημάτων. Έτσι, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σειρά διδακτικών παρεμβάσεων που εξέτασε ακριβώς αυτό. Συγκεκριμένα, οι ερευνητικές υποθέσεις που εξετάστηκαν ήταν οι εξής: (Y1) με τη χρήση tablets για τη διδασκαλία του εμβαδού γεωμετρικών σχημάτων, επιτυγχάνονται καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με τη διδασκαλία των ίδιων αντικείμενων με έντυπο υλικό, (Y2) η διατηρησιμότητα των γνώσεων είναι επίσης μεγαλύτερη και (Y3) οι μαθητές διαμορφώνουν θετικές στάσεις και

απόψεις για τη διδασκαλία τους με tablets. Ομάδα-στόχο αποτέλεσαν 60 μαθητές της Ε΄ τάξης τριών δημοτικών σχολείων της πόλεως Ρόδου. Βασική προϋπόθεση για τη συμμετοχή στην έρευνα ήταν οι μαθητές να μην έχουν διδαχθεί τα αντικείμενα που περιλάμβανε. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο του 2018 και είχε διάρκεια τέσσερα διδακτικά δίωρα για κάθε ομάδα. Πριν από την πραγματοποίησή της εξασφαλίστηκε η έγγραφη συγκατάθεση των γονέων για τη συμμετοχή των παιδιών τους στην έρευνα. Επίσης, ενημερώθηκαν οι εκπαιδευτικοί οι τάξεις των οποίων συμμετείχαν στην έρευνα και τους ζητήθηκε να ακολουθήσουν πιστά τη διδακτική μέθοδο τους ανατέθηκε, όπως περιγράφονται στην ενότητα "Διαδικασία".

### **Υλικό**

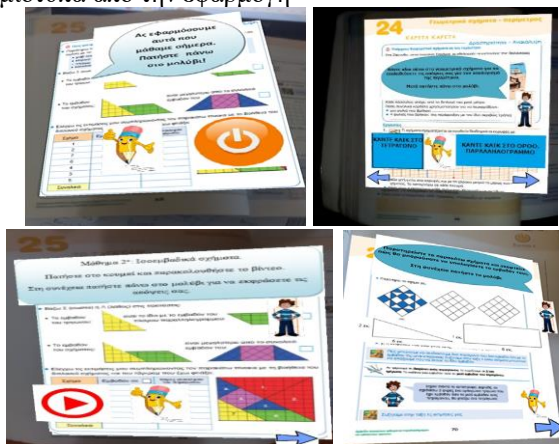
Ως διδακτικό αντικείμενο των παρεμβάσεων επιλέχθηκαν οι ενότητες 46 (γεωμετρικά σχήματα-περίμετρος), 47 (μονάδες μέτρηση επιφάνειας) και 48 (εμβαδόν τετραγώνου, ορθογωνίου και ορθογωνίου τριγώνου) από το βιβλίο των μαθηματικών της Ε΄ τάξης. Η επιλογή αυτών των εννοιών έγινε γιατί προσφέρονται για μετατροπή σε εφαρμογές για tablets και γιατί οι μαθητές συναντούν προβλήματα στις σχετικές έννοιες. Αρχικά, συλλέχθηκε το απαραίτητο πολυμεσικό υλικό (βίντεο, εικόνες, animation, κτλ.). Στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν τέσσερις μικρο-εφαρμογές (η ενότητα 48, λόγω συνθετότητας, χωρίστηκε σε δύο υπο-ενότητες). Για την κατασκευή των εφαρμογών χρησιμοποιήθηκε το Blippbuilder (<http://www.blippar.com>) που επιτρέπει τη γρήγορη κατασκευή μικρο-εφαρμογών (blipps) χωρίς την πρότερη γνώση προγραμματισμού. Οι μικρο-εφαρμογές δεν παρέκκλιναν ουσιαστικά από την ύλη που περιλαμβάνεται στο βιβλίο του μαθητή. Στην ουσία, αυτή εμπλουτίστηκε με εικόνες, ιστότοπους για περαιτέρω μελέτη, βίντεο, animation και κουίζ χρησιμοποιώντας το Google forms (Εικόνες 1-4). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι εφαρμογές κατασκευάστηκαν από το δάσκαλο της τάξης, ο οποίος είχε βασικές γνώσεις χειρισμού υπολογιστών. Ο χρόνος που απαιτήθηκε τόσο για τη συλλογή του υλικού όσο και για την κατασκευή και των τεσσάρων εφαρμογών ήταν περίπου πενήντα ώρες. Τέλος, έγινε η συγγραφή παρουσιάσεων (PowerPoint), που περιλάμβαναν το πολυμεσικό υλικό των εφαρμογών, φύλλον καταγραφής απόψεων, εργασιών και δραστηριοτήτων, για λόγους που αναπτύσσονται στην ενότητα "Διαδικασία".

### **Διαδικασία**

Για να υπάρχει άνεση χρόνου για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων διατέθηκε ένα διδακτικό δίωρο για κάθε υποενότητα. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ζεύγη χρησιμοποιώντας ένα tablet ανά ζεύγος, μπορούσαν να μελετήσουν το γνωστικό υλικό για όσο και με όποια σειρά ήθελαν και να ανταλλάσσουν απόψεις. Ο εκπαιδευτικός συμμετείχε ενεργά στις συζητήσεις των μαθητών, έδινε τις αναγκαίες εξηγήσεις και παρείχε υποστήριξη, χωρίς όμως να παρέχει έτοιμες λύσεις. Η διδασκαλία στηρίχθηκε στο μοντέλο των Driver και Oldham (1986) που περιλαμβάνει πέντε φάσεις οι οποίες τροποποιήθηκαν μερικώς, έτσι ώστε να μπορούν να ενσωματωθούν τα tablets. Στη φάση του προσανατολισμού ο εκπαιδευτικός κινητοποιούσε τους μαθητές ξεκινώντας συζητήσεις για το αντικείμενο της

κάθε ενότητας και δεν χρησιμοποιήθηκαν tablets. Στη φάση της ανάδειξης ιδεών όπου καταγράφονται οι πρότερες γνώσεις και ιδέες των μαθητών, χρησιμοποιήθηκε το εισαγωγικό μέρος των εφαρμογών, καθώς και φύλλα καταγραφής ιδεών/απόψεων. Στη φάση της αναδόμησης των ιδεών (όπου οι μαθητές κατασκευάζουν νέες ιδέες), οι μαθητές μελετούσαν το κυρίως μέρος των εφαρμογών, ελέγχαν τις απόψεις που κατέγραψαν στην προηγούμενη φάση και συζητώντας μεταξύ τους κατέληγαν στην καταγραφή των τελικών τους απόψεων. Στη φάση της εφαρμογής σε νέες καταστάσεις (όπου οι μαθητές ελέγχουν ό,τι έμαθαν), εκτελούσαν, πάντα κατά ζεύγη, δραστηριότητες που περιλαμβάνονταν σε φύλλα εργασιών και δραστηριοτήτων. Στη φάση αυτή δεν χρησιμοποιήθηκαν tablets. Τέλος, στη φάση της ανασκόπησης, οι μαθητές συμπλήρωναν τα παιγνιώδη αλληλεπιδραστικά κομμάτια που περιλαμβάνονταν στις εφαρμογές. Για να είναι εφικτή η αξιολόγηση των γνωστικών αποτελεσμάτων της παραπάνω μεθόδου, αποφασίστηκε η δημιουργία δύο ακόμα ομάδων, όπου διδάχθηκαν τα ίδια αντικείμενα, χρησιμοποιώντας την ίδια διδακτική μέθοδο και τα ίδια τα φύλλα καταγραφής απόψεων, εργασιών και δραστηριοτήτων. Όμως, στη μία ομάδα χρησιμοποιήθηκε το σχολικό εγχειρίδιο, ενώ στην άλλη χρησιμοποιήθηκε και πάλι το σχολικό εγχειρίδιο παράλληλα με την προβολή του πολυμεσικού υλικού που περιλάμβαναν οι μικρο-εφαρμογές χρησιμοποιώντας τον βιντεο-προτζέκτορα της τάξης. Ουσιαστικά, σε όλες τις ομάδες αξιοποιήθηκε το διδακτικό σχήμα, το περιεχόμενο και η διάρκεια ήταν ίδια, και η διαφορά τους ήταν το μέσο που χρησιμοποιήθηκε.

**Εικόνες 1-4.** Στιγμιότυπα από την εφαρμογή



### Εργαλεία

Ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας ένα pre-test, τέσσερα φύλλα αξιολόγησης (ένα για κάθε διδακτική ενότητα) και ένα delayed post-test. Σκοπός του pre-test ήταν να ελεγχθεί κατά πόσο οι ομάδες έχουν κοινή γνωστική αφετηρία. Σκοπός του delayed post-test ήταν να ερευνηθεί η διατηρησιμότητα των γνώσεων και χορηγήθηκε δύο

εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων. Στα φύλλα αξιολόγησης επιδιώχθηκε να καλύπτεται πλήρως το εκάστοτε διδακτικό αντικείμενο και να υπάρξει ένα ισορροπημένο μίγμα εύκολων και δύσκολων ερωτήσεων. Επίσης, στην ομάδα που χρησιμοποίησε τα tablets, χορηγήθηκε ένα πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο για την καταγραφή των απόψεών τους σχετικά με τη χρήση των tablets και των εφαρμογών, που περιλάμβανε δεκατρείς κλειστού τύπου ερωτήσεις σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1 = καθόλου, έως 5 = πάρα πολύ).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Συνολικά 60 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε 3 ίσες ομάδες (Ομάδα1 = διδασκαλία με έντυπο υλικό, Ομάδα2 = διδασκαλία με έντυπο και ψηφιακό υλικό, Ομάδα3 = διδασκαλία με tablets). Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης, αυτά βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις (Πίνακας 1). Προκειμένου να διαπιστωθούν τυχόν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις βαθμολογίες των μαθητών, διεξήχθησαν αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) αφού πρώτα ελέγχθηκε και διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε απόκλιση από τις προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυση (Πίνακας 2).

**Πίνακας 1.** Ανάλυση αποτελεσμάτων φύλλων αξιολόγησης

	Ομάδα1		Ομάδα2		Ομάδα3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Pre-test (max = 31)	14,55	6,41	15,40	5,99	16,80	4,69
Φύλλο αξιολόγησης 1 (max = 28)	13,40	6,11	14,08	6,58	16,05	4,80
Φύλλο αξιολόγησης 2 (max = 25)	12,18	4,80	13,50	5,96	15,43	3,82
Φύλλο αξιολόγησης 3 (max = 28)	7,28	5,02	10,05	7,21	9,28	3,70
Φύλλο αξιολόγησης 4 (max = 21)	8,93	3,43	10,90	4,49	12,63	4,20
Delayed post-test (max = 37)	15,75	9,26	15,85	8,36	25,60	6,21

**Πίνακας 2.** Αποτελέσματα One-way ANOVA

	Αποτέλεσμα	Ερμηνεία
Pre-test	$F(2, 57) = 0,782, p = 0,462$	μη στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 1	$F(2, 57) = 1,098, p = 0,341$	μη στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 2	$F(2, 57) = 2,192, p = 0,121$	μη στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 3	$F(2, 57) = 1,352, p = 0,267$	μη στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 4	$F(2, 57) = 4,142, p = 0,021$	στατιστικά σημαντική διαφορά
Delayed post-test	$F(2, 57) = 9,887, p < 0,001$	στατιστικά σημαντική διαφορά

Post-hoc συγκρίσεις μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών πραγματοποιήθηκαν σε εκείνα τα φύλλα αξιολόγησης όπου εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις ομάδων. Βρέθηκε ότι στο Φύλλο αξιολόγησης 4, η Ομάδα3 ( $M = 12,63, SD = 4,20$ ) ξεπέρασε με στατιστικά σημαντική διαφορά την Ομάδα1 ( $M = 8,93, SD = 3,43, p = 0,015$ ) αλλά όχι την Ομάδα2 ( $M = 10,90, SD = 4,49, p = 0,379$ ). Επίσης, η Ομάδα2 και η Ομάδα1 δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $p = 0,282$ ). Στο Delayed post-test,



η Ομάδα3 ( $M = 25,60$ ,  $SD = 6,21$ ) ξεπέρασε με στατιστικά σημαντική διαφορά την Ομάδα1 ( $M = 15,75$ ,  $SD = 9,26$   $p = 0,001$ ) και την Ομάδα2 ( $M = 15,850$   $SD = 8,36$ ,  $p < 0,001$ ). Επίσης, η Ομάδα2 και η Ομάδα1 δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $p = 0,999$ ). Με δεδομένο ότι σε 3 από τα 4 φύλλα αξιολόγησης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, οδηγεί στην απόρριψη της  $H_1$ . Αντίθετα, η  $H_2$  επιβεβαιώνεται, εφόσον η Ομάδα3 ξεπέρασε τις άλλες δύο ομάδες στο Delayed post-test. Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο, φάνηκε ότι οι μαθητές έμειναν αρκετά ευχαριστημένοι από την ποιότητα των μικρο-εφαρμογών (βλ. Πίνακα 3, ερωτήσεις 1-4), ότι βοηθήθηκαν αρκετά στο να μάθουν τα αντικείμενα των διδασκαλιών (ερωτήσεις 5-8), ότι τους άρεσαν τόσο οι μικρο-εφαρμογές όσο και η συνεργασία με το συμμαθητή τους (ερωτήσεις 9-12) και ότι βρήκαν τα μαθήματα πολύ ενδιαφέροντα (ερώτηση 13). Επιβεβαιώθηκε έτσι η  $H_3$ .

**Πίνακας 3.** Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Ερώτηση	<i>M</i>	<i>SD</i>
Πόσο σου άρεσαν στην εφαρμογή οι πληροφορίες;	3,92	1,32
Πόσο σου άρεσαν στην εφαρμογή τα χρώματα;	3,75	1,19
Πόσο σου άρεσαν στην εφαρμογή οι εικόνες;	3,29	1,46
Πόσο σου άρεσαν στην εφαρμογή τα animations (κινήσεις);	3,79	1,22
Πόσο σε βοήθησε το tablet να μάθεις για τα γεωμετρικά σχήματα;	3,38	1,47
Πόσο σε βοήθησε το tablet να υπολογίζεις την περίμετρο και το εμβαδόν απλών και σύνθετων σχημάτων;	3,93	1,01
Πόσο σε βοήθησε το tablet να υπολογίσεις το εμβαδόν του τετραγώνου, του ορθογωνίου παραλληλογράμμου και του ορθογωνίου τριγώνου;	3,96	1,00
Πόσο σου άρεσε η συνεργασία με τον/την διπλανό/ή σου;	4,17	0,76
Η εφαρμογή σου φάνηκε εύκολη στη χρήση της;	3,79	0,98
Η εφαρμογή σου φάνηκε εύκολη για να μάθεις;	4,08	1,25
Πόσο σου άρεσε η εφαρμογή γενικά;	3,96	1,12
Πόσο ενδιαφέρον ήταν για σένα το μάθημα με το tablet;	4,50	0,66

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνήσει το κατά πόσο η χρήση tablets και μικρο-εφαρμογών για αυτά, μπορούν να έχουν θετική επίδραση στις γνώσεις των μαθητών για τον υπολογισμό της περιμέτρου και του εμβαδού τετραγώνου, ορθογωνίου και ορθογωνίου τριγώνου. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα (με εξαίρεση μόνο μία περίπτωση). Αντίθετα, υπήρξε διαφοροποίηση στη διατηρησιμότητα των γνώσεων, με την ομάδα που χρησιμοποίησε tablets να ξεπερνά τις άλλες δύο. Με βάση αυτές τις διαπιστώσεις, η παρούσα έρευνα διαφοροποιείται από εκείνες που υποστηρίζαν ότι η χρήση των tablets έχει θετική επίδραση (ενδεικτικά, Leitão, Rodrigues, & Marcos, 2018), αλλά βρίσκεται σε συμφωνία με εκείνες που διαπίστωσαν αυξημένη διατηρησιμότητα γνώσεων (ενδεικτικά, Radu et al., 2015). Η ερμηνεία των παραπάνω ως αποτυχία των tablets να παράξουν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα θα ήταν άστοχη. Αυτό γιατί το διδακτικό

αντικείμενο ήταν ιδιαίτερα δύσκολο και οι μαθητές αντιμετωπίζουν αυξημένα προβλήματα (Cavanagh, 2007; Yeo, 2008; Zacharos & Chassapis, 2012). Αυτός ο ισχυρισμός επιβεβαιώνεται παρατηρώντας τα αποτελέσματα στα φύλλα αξιολόγησης (Πίνακας 1). Ειδικά στα δύο τελευταία φύλλα (που αφορούσαν το εμβαδόν), οι μαθητές όλων των ομάδων απάντησαν σωστά σε αρκετά κάτω από τις μισές ερωτήσεις. Θα ήταν υπερβολή να ισχυριστεί κάποιος ότι ένας μικρός αριθμός παρεμβάσεων θα μπορούσε να έχει εμφανή θετικά αποτελέσματα. Ένας δεύτερος παράγοντας που μπορεί να έπαιξε ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων πιθανώς να είναι το διδακτικό σχήμα που ακολουθήθηκε. Έχοντας ως δεδομένο ότι η παραδοσιακή διδασκαλία, δεν προσφέρεται (παρότι κυριαρχεί στη διδακτική των Μαθηματικών), ακολουθήθηκε ένα εποικοδομητιστικό διδακτικό μοντέλο (Zacharos & Chassapis, 2012). Όμως, οι μαθητές δεν ήταν συνηθισμένοι σε τέτοιας μορφής διδασκαλία, κάτι που μπορεί να τους δυσκόλεψε και να χρειάστηκαν κάποιο χρόνο προσαρμογής. Έτσι, μπορεί να ερμηνευτεί το ότι (α) στο τελευταίο φύλλο αξιολόγησης τελικά η ομάδα που χρησιμοποίησε τα tablets ξεπέρασε τις άλλες δύο και (β) το ίδιο ίσχυσε και στο delayed post-test.

Οι εφαρμογές έπαιξαν και αυτές ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων. Αναφέρθηκε στην ενότητα "Υλικό" ότι κατασκευάστηκαν από το δάσκαλο της τάξης ο οποίος δεν είχε τις ανάλογες πρότερες γνώσεις. Επίσης, δεν του παρασχέθηκε ούτε τεχνική βοήθεια ούτε παιδαγωγική καθοδήγηση. Αυτό έγινε γιατί κατά πρώτον δεν στάθηκε δυνατόν να βρεθεί κάποια έτοιμη εφαρμογή και κατά δεύτερον γιατί επιδιώχθηκε οι εφαρμογές να είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες των μαθητών (Powell, 2014). Φάνηκε ότι οι εφαρμογές άρεσαν αρκετά στους μαθητές, τις βρήκαν ενδιαφέρουσες και θεώρησαν ότι τους βοήθησαν να μάθουν (βλ. Πίνακα 3). Επίσης, τους άρεσε η μεταξύ τους συνεργασία. Όλα τα παραπάνω βρίσκονται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες που έχουν επισημάνει αυτά τα στοιχεία (ενδεικτικά, Clarke & Svanaes, 2014; Young et al., 2016). Πρέπει να γίνουν δύο σημαντικές παρατηρήσεις σχετικά με αυτή την προσπάθεια. Πρώτον, ο χρόνος που απαιτήθηκε (περίπου πενήντα ώρες) για την κατασκευή τεσσάρων μικρο-εφαρμογών είναι μεγάλος. Πέρα από τις προφανείς κατασκευαστικές δυσκολίες, οι εκπαιδευτικοί δύσκολα θα αφιερώσουν τόσες ώρες για να κατασκευάσουν ανάλογο υλικό για τις τάξεις τους. Δεύτερον, οι εφαρμογές ήταν "ερασιτεχνικές", απείχαν πολύ, σε τεχνική αρτιότητα, από ανάλογες εμπορικές. Όχι μόνο αυτό, αλλά κάποιος ειδικός θα μπορούσε να τις χαρακτηρίσει και παιδαγωγικά ελλιπείς. Είναι λοιπόν πολύ πιθανό ότι λόγω των αδυναμιών τους να δυσκόλεψαν τους μαθητές στην κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου και αυτό να είχε αρνητικό αντίκτυπο στα γνωστικά αποτελέσματα. Λύσεις για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος μπορεί να είναι η συχνή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών πάνω σε θέματα ενσωμάτωσης των tablets στη διδασκαλία (Haßler et al., 2016), αλλά και η εξεύρεση εργαλείων που θα τους επιτρέπουν να κατασκευάζουν γρήγορα -αλλά τεχνικά και παιδαγωγικά άρτιες- εφαρμογές.

Τα αποτελέσματα, αν και όχι ξεκάθαρα υπέρ της χρήσης των tablets, εντούτοις είναι ενδιαφέροντα και προσφέρονται για περαιτέρω προβληματισμό. Όμως, υπάρχουν περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ο σχετικά μικρός αριθμός συμμετεχόντων και ο περιορισμένος αριθμός παρεμβάσεων δυσκολεύει τη γενίκευση των

αποτελεσμάτων. Παρότι επιδιώχθηκε μεγαλύτερος αριθμός παρεμβάσεων και ενοτήτων, περιορισμοί στο ωρολόγιο πρόγραμμα των σχολείων δεν επέτρεψαν κάτι τέτοιο. Η περιορισμένη χρονική διάρκεια καθιστά αδύνατη την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τα μαθησιακά αποτελέσματα σε βάθος χρόνου και ύστερα από συχνή χρήση των tablets. Μεγαλύτερη διάρκεια και μεγαλύτερο δείγμα θα επέτρεπαν την κατανόηση του εξεταζόμενου προβλήματος σε μεγαλύτερο βάθος. Παραλλαγές της διδακτικής μεθόδου ή/και χρήση άλλων τεχνολογικών μέσων ή/και διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, θα επέτρεπαν τον σχηματισμό καλύτερης εικόνας για τα πλεονεκτήματα (ή και μειονεκτήματα) των tablets. Τέλος, ποιοτικά εργαλεία συλλογής δεδομένων, όπως συνεντεύξεις και παρατηρήσεις, θα επέτρεπαν την πολύπλευρη εξέταση της εκπαιδευτικής τους αξίας. Σε κάθε περίπτωση και λαμβάνοντας υπόψη όλους τους περιορισμούς, φαίνεται ότι η χρήση tablets και εφαρμογών τους για τη διδασκαλία του εμβαδού γεωμετρικών σχημάτων στο δημοτικό σχολείο έχει ενδιαφέρουσες προοπτικές που αξίζει να μελετηθούν εκτενέστερα, έτσι ώστε να βρεθεί το πλαίσιο που θα επιτρέψει την αποτελεσματικότερη αξιοποίησή τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γαγάτσης, Α., Γεωργίου, Γ., Τούρβας, Γ. & Χαραλάμπους Ε. (2006). Οπτική Αντίληψη, Ψευδαίσθηση της Αναλογίας και οι Έννοιες της Περιμέτρου και του Εμβαδού. Στο Ε. Φτιάκα, Α.Γαγάτσης, Ι. Ηλία, & Μ. Μοδέστου (Επιμ). *Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρίας Κύπρου: Η Σύγχρονη Εκπαιδευτική Έρευνα στην Κύπρο: Προτεραιότητες και Προοπτικές* (σσ. 85-98). Λευκωσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Καραγεώργος, Δ. (2003). *Το πρόβλημα και η επίλυση του*. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.
- Κολέζα, Ε. (2006). *Μαθηματικά και σχολικά μαθηματικά, επιστημολογική προσέγγιση της μαθηματικής εκπαίδευσης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη
- Botzer, G. & Yerushalmy, M. (2006) Interpreting motion graphs through metaphorical projection of embodied experience. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(3), 127-138.
- Carpenter, T. P., Coburn, T. G., Reys, R. E., & Wilson, J. W., (1975). Notes from National Assessment: basic concepts of area and volume. *Arithmetic Teacher*, 22(6), 501-507.
- Cavanagh, M. (2007). Year 7 students' understanding of area measurement. In Milton et al. (Eds) *Proceedings of the 21st Biennial Conference of the Australian Association of Mathematics Teachers Inc.* (pp. 136-143). Adelaide: The Australian Association of Mathematics Teachers Inc.
- Ciampa, K. (2014). Learning in a mobile age: an investigation of student motivation: Learning in a mobile age. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(1), 82-96.
- Clarke, B., & Svanaes, S. (2014). *An updated literature review on the use of tablets in education. Tablets for Schools*. UK: Family Kids & Youth.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 18, 105-122.
- Falloon, G. (2013). Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways. *Computers & Education*, 68, 505-521.

- Furio, D., Juan, M. C., Segui, I., & Vivo, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189-201.
- Goodwin, K. (2012). *Use of tablet technology in the classroom*. Curriculum and Learning Innovation Centre, NSW Department of Education and Communities, Strathfield. NSW, 100.
- Gutiérrez de Ravé, E. G., Jiménez-Hornero, F. J., Ariza-Villaverde, A. B., & Taguas-Ruiz, J. (2016). DiedricAR: a mobile augmented reality system designed for the ubiquitous descriptive geometry learning. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16), 9641-9663.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2016). Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), 139-156.
- Hirstein, J., Lamb, C. E. & Osborn, A. (1978). Student Misconceptions about area measure. *Arithmetic Teacher*, 25(6), 10-16.
- Kaufmann, H., Steinbugl, K., Dunser, A. & Gluck, J. (2005) General training of spatial abilities by geometry education in augmented reality. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(4), 330-341.
- Lai, C. H., Yang, J. C., Chen, F. C., Ho, C. W., & Chan, T. W. (2007). Affordances of mobile technologies for experiential learning: the interplay of technology and pedagogical practices. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(4), 326-337.
- Leitão, R., Rodrigues, J. M., & Marcos, A. F. (2018). Mobile Learning: Benefits of Augmented Reality in Geometry Teaching. In M. Khosrow-Pour, D.B.A. (Ed.), *Enhancing Art, Culture, and Design with Technological Integration* (pp. 234-257). Hershey, PA: IGI Global.
- Maher, C. A., & Beattys, C. B., (1986). Examining the construction of area and its measurement by ten to fourteen year old children. In G. Lappan & R. Even (Eds.), *Proceedings of the Eighth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 163-168). East Lansing, MI.
- Powell, S. (2014). Choosing iPad apps with a purpose. *Teaching Exceptional Children*, 47(1), 20-26.
- Radu, I., Doherty, E., Di Quollo, K., McCarthy, B., & M. (2015). Cyberchase shape quest: pushing geometry education boundaries with augmented reality. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 430-433. New York: ACM.
- Reynolds, A., & Wheatley, G. H. (1996). Elementary students' construction and coordination of units in an area setting. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 564-581.
- Şad, S. N., & Gökaş, Ö. (2014). Preservice teachers' perceptions about using mobile phones and laptops in education as mobile learning tools. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 606-618.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.
- West, D. M. (2013). Mobile learning: Transforming education, engaging students, and improving outcomes. *Brookings Policy Report*, 1-7.
- Yeo, K. K. J. (2008). Teaching area and perimeter: Mathematics-pedagogical-content-knowledge-inaction. In M. Goos, R. Brown, & K. Makar (Eds.), *Navigating Currents and Charting Directions. Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 621-628). Adelaide: MERGA.
- Young, J. C., Kristanda, M. B., & Hansun, S. (2016). ARmatika: 3D game for arithmetic learning with Augmented Reality technology. *Proceedings of the International Conference on Informatics and Computing*, 355-360. Mataram, Indonesia: IEEE.
- Zacharos, K., & Chassapis, D. (2012). Teaching suggestions for the measurement of area in Elementary School. Measurement tools and measurement strategies. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(2), 41-62.