

**Αποτελέσματα από τη χρήση tablets για τη διδασκαλία του πεπτικού συστήματος σε μαθητές δημοτικού**

**Results from the use of tablets for teaching the digestive system to primary school students**

**Εμμανουήλ Φωκίδης**, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Λέκτορας (Ph. D),  
fokides@aegean.gr

**Φωτεινή Μακαρούνα**, Εκπαιδευτικός, foteinoulamakarouna@gmail.com

**Emmanuel Fokides**, University of the Aegean, Department of Primary School Education, Lecturer (Ph. D),  
fokides@aegean.gr

**Foteini Makarouna**, Primary school teacher, foteinoulamakarouna@gmail.com

**Abstract:** The study presents the results from the use of tablets and an application having augmented reality features for teaching the digestive system to sixth-grade primary school students. For examining the above, three groups of students were formed. To the first, the teaching was conventional, the second group was taught using a collaborative teaching method, while the third was taught exclusively through the use of tablets. The teaching interventions lasted for three two-hour sessions (in each group) and, in total, 66 students were involved. Data were collected using evaluations sheets and a questionnaire. The results indicated that the group of students that was taught using tablets, outperformed the group that was taught conventionally and had equally good results with the group that was taught collaboratively. Also, students' views regarding the use of tablets were highly positive. Further studies are recommended and the implications are also discussed.

**Keywords:** Augmented Reality, collaborative learning, digestive system, tablets

**Περίληψη:** Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από τη χρήση εφαρμογής για tablets, με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας, για τη διδασκαλία του πεπτικού συστήματος σε μαθητές της Στ' τάξης του δημοτικού. Για το σκοπό αυτό, οργανώθηκαν τρεις ομάδες μαθητών, οι οποίες διδάχθηκαν το ίδιο αντικείμενο με τρεις διαφορετικές μεθόδους. Η πρώτη διδάχθηκε συμβατικά, στη δεύτερη χρησιμοποιήθηκε ένα ομαδοσυνεργατικό σχήμα διδασκαλίας, ενώ η τρίτη διδάχθηκε αποκλειστικά με τη χρήση των tablets. Οι διδακτικές παρεμβάσεις διήρκησαν τρία διδακτικά δίωρα σε κάθε ομάδα και συμμετείχαν 66 μαθητές. Δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση φύλλων αξιολόγησης και ενός ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η ομάδα που χρησιμοποίησε τα tablets ξεπέρασε την ομάδα που

διδάχθηκε συμβατικά και είχε εξίσου καλά αποτελέσματα με την ομάδα που διδάχθηκε ομαδοσυνεργατικά. Επίσης, οι εντυπώσεις των μαθητών από τη χρήση των tablets ήταν ιδιαίτερα θετικές. Τα αποτελέσματα οδηγούν στην ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του θέματος.

**Λέξεις κλειδιά:** επαυξημένη πραγματικότητα, πεπτικό σύστημα, συνεργατική μάθηση, tablets

## Εισαγωγή

Η ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη σχολική τάξη γίνεται με σχετικά αργούς ρυθμούς. Αρκετοί εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να αξιοποιήσουν τις ΤΠΕ και συνεχίζουν να εφαρμόζουν τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας, θεωρώντας τις περισσότερο αποτελεσματικές (Wilkinson & Barter, 2016). Ένα τέτοιο παράδειγμα, αποτελεί η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) η οποία περιορίζεται σε δραστηριότητες με βάση τα κλασικά πειράματα, καθώς οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τις νέες μορφές μάθησης αρκετά δύσκολες στην υλοποίησή τους (Zaranis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2013). Παράλληλα, οι ΦΕ αποτελούν ένα σύνολο διδακτικών αντικειμένων στο οποίο οι μαθητές συναντούν αρκετά προβλήματα, ιδιαίτερα στην κατανόηση εννοιών (Bates, 2016). Για παράδειγμα, η ανθρώπινη ανατομία και τα συστήματα οργάνων του ανθρώπινου σώματος, είναι θέματα για τα οποία οι μαθητές έχουν ελλιπείς γνώσεις και λανθασμένες αντιλήψεις (Carvalho, Silva, & Clément, 2003).

Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία, λόγω των διαρκών εξελίξεων, προσφέρει νέα εργαλεία και τεχνικές που θα μπορούσαν να υποβοηθήσουν τη διδασκαλία, οδηγώντας σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα τελευταία χρόνια, ευρεία διάδοση, και, συνακόλουθα, ευρύτατο ερευνητικό ενδιαφέρον, παρουσιάζουν οι κινητές ηλεκτρονικές συσκευές (για παράδειγμα, κινητά τηλέφωνα και tablets). Πράγματι, ένας αυξανόμενος αριθμός ερευνών καταδεικνύει τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση αυτών των συσκευών (ενδεικτικά, Bidin & Ziden, 2013; Mang & Wardley, 2013). Μάλιστα, ένα συγκεκριμένο είδος εφαρμογών γι' αυτές τις συσκευές, που αναφέρονται με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ), φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Εύλογα λοιπόν, γεννήθηκε ο προβληματισμός για το εάν τα tablets, σε συνδυασμό με μία εφαρμογή που περιέχει στοιχεία ΕΠ, μπορούν να πετύχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στη διδασκαλία στοιχείων των συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού, σε σχέση με άλλες, συμβατικές, μεθόδους διδασκαλίας. Για το σκοπό αυτό, οργανώθηκαν και υλοποιήθηκαν μία σειρά από διδακτικές παρεμβάσεις, που είχαν ως ομάδα-στόχο, μαθητές της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου. Ως διδακτικό αντικείμενο, επιλέχθηκε το πεπτικό σύστημα. Η μεθοδολογία οργάνωσης και τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων, παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

## 1. Προβλήματα σχετικά με τη διδασκαλία των ΦΕ και του πεπτικού συστήματος στο δημοτικό

Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών για τις ΦΕ, στην Ελλάδα, εστιάζουν στην εκμάθηση εννοιών και ορισμών. Υποστηρίζεται πως η επιστημονική γνώση των μαθητών θα έρθει σε βάθος χρόνου, αφού πρώτα κατανοήσουν το περιεχόμενο (Κουλαϊδής, Αποστόλου, & Καμπουράκης, 2008). Παρά τις αλλαγές στο πρόγραμμα σπουδών (Υπουργείο Παιδείας, 2010), και τη στροφή σε νεωτερικές μεθόδους διδασκαλίας, ακολουθώντας το ρεύμα του εποικοδομητισμού, οι επιδόσεις των μαθητών σε αυτό το διδακτικό αντικείμενο εξακολουθούν να είναι χαμηλές (OECD, 2012). Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι οι δεν έχουν ιδιαίτερα περιθώρια ευελιξίας και ότι είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν πιστά το σχολικό εγχειρίδιο, κάτι που επηρεάζει άμεσα την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας τους (Παπαντωνίου, Μωραΐτου, Καλδρυμίδου, Πλακίτση, Φιλιππίδου, & Κατσαδήμα, 2010).

Στα παραπάνω, έρχεται να προστεθεί και το θέμα των λανθασμένων αντιλήψεων των παιδιών. Όταν οι μαθητές έρχονται στο σχολείο, δεν είναι «άγραφο βιβλίο», φέρνουν μαζί τους τις ιδέες που έχουν αποκτήσει από την καθημερινή τους εμπειρία ή από τον κύκλο των συνομηλίκων τους. Οι ιδέες αυτές ονομάζονται αντιλήψεις και συχνά αντικρούονται με τη σχολική γνώση (Duit, 2007). Οι μαθητές παρατηρούν ένα φυσικό φαινόμενο και περιμένουν ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Αν το αποτέλεσμα είναι κοντά σε αυτό που περίμεναν, ενστερνίζονται την ιδέα (Allen, 2014). Έτσι, επηρεασμένοι από την καθημερινότητά τους και κατευθυνόμενοι από τις αισθήσεις τους, αρνούνται, πολλές φορές, να υιοθετήσουν την επιστημονική γνώση (Barman, Stein, McNair. & Barman, 2006).

Τέτοιες αντιλήψεις-παρανοήσεις έχουν οι μαθητές και για το πεπτικό σύστημα (Babich, 2009). Για παράδειγμα, θεωρούν πως η πέψη βοηθά στο να φύγει το φαγητό από το στομάχι και να δημιουργηθεί χώρος για περισσότερη τροφή (Garcia-Barros, Martinez-Losanda & Maria Garrido, 2011). Σε άλλες περιπτώσεις, ορίζουν το πεπτικό σύστημα σαν ένα σωλήνα με είσοδο και έξοδο (Carvalho et al., 2003) που λιώνει την τροφή (Cakici, 2005). Η κατανόηση της λειτουργίας των επιμέρους οργάνων του πεπτικού συστήματος είναι, επίσης, προβληματική. Χαρακτηριστικά, το στομάχι θεωρείται πως είναι ένα μπαλόνι που δεν συνδέεται με το στόμα και δεν έχει ούτε είσοδο ούτε έξοδο (Shaw, 2010).

Μέχρι σήμερα, η εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ δεν εφαρμόζεται από το σύνολο των εκπαιδευτικών. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούν, για να ελέγξουν τη γνώση, περιορίζονται σε σύντομα τεστ και διαγωνίσματα. Ελάχιστοι καθοδηγούν τους μαθητές τους να επεξεργάζονται το περιεχόμενο και να ανταλλάσσουν απόψεις (Osborne & Dillon, 2008) και λίγοι χρησιμοποιούν παιχνίδια ρόλων, διαγράμματα, πειράματα, λογισμικά, ομαδική εργασία, γνωστική σύγκρουση, αναλογίες-μεταφορές, επίλυση προβλημάτων, κατασκευή-ανακατασκευή μοντέλων και νοηματικούς χάρτες, που θεωρείται ότι διευκολύνουν τη μάθηση των ΦΕ (Σκουμιάς, 2015; Novak, 2010). Από τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι πρέπει να αλλάξει ο τρόπος που διδάσκουμε τις ΦΕ εφαρμόζοντας πιο αποτελεσματικές και, ταυτόχρονα, πιο ενδιαφέρουσες (για τους μαθητές) μεθόδους διδασκαλίας.

## 2. Κινητές συσκευές, tablets, επαυξημένη πραγματικότητα και διδασκαλία

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των κινητών συσκευών (κινητά τηλέφωνα, iPads και tablets), επέτρεψε την αποδέσμευση της εκπαίδευσης από τα χωρικά και χρονικά της πλαίσια, οδηγώντας σε αυτό που ονομάστηκε κινητή μάθηση (mobile learning, m-learning) (Sharple & Roschelle, 2010). Έτσι, οποιοδήποτε άτομο μπορεί να έχει πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό, από οποιοδήποτε σημείο κι αν βρίσκεται και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή (Hashemi, Azizinezhad, Najafi, & Nesari, 2011). Υπάρχει αρκετά εκτενής βιβλιογραφία αναφορικά με την αποτελεσματικότητα του m-learning τόσο σε επίπεδο απόκτησης γνώσεων όσο και σε επίπεδο αύξησης των κινήτρων για μάθηση (ενδεικτικά, Chang, Chang, Hou, Sung, Chao, & Lee, 2014; Di Serio, Ibañez, & Kloos, 2013). Επίσης, έχει αναφερθεί ότι οι κινητές συσκευές συνεισφέρουν στην εξατομικευμένη και ανεξάρτητη μάθηση και στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Kearney, Schuck, Burden & Aubussona, 2012), που, με τη σειρά τους, διευκολύνουν την αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση (Wong, 2012). Επίσης, οι κινητές συσκευές δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να αξιολογούν συνεχώς την πρόοδό τους, επιτυγχάνοντας έτσι ακόμα μεγαλύτερη αυτονομία (West, 2013).

Από την άλλη πλευρά, η επιτυχής ένταξή τους απαιτεί αλλαγές στην εκπαίδευση προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ουσιαστικά (Van't Hooft, 2013). Έτσι, σε επίπεδο σχολικής τάξης, ένας τέτοιος τύπος μάθησης μπορεί να ενταχθεί στο πλαίσιο της μικτής μάθησης (blended learning), η οποία επιτρέπει στον μαθητή να «μεταφέρεται» από το ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον στο άλλο (Bidin & Ziden, 2013). Οι κινητές συσκευές θεωρείται ότι μπορούν να φανούν χρήσιμες και στην υλοποίηση συνεργατικών μορφών διδασκαλίας (Kearney et al., 2012). Η φορητότητα των συσκευών, η ευκολία χρήσης, η ποικιλία των εφαρμογών, η οθόνη αφής και η δυνατότητα περιστροφής της οθόνης, αποτελούν παράγοντες που καθιστούν την συνεργασία ευκολότερη (Henderson & Yeow, 2012).

Ένας αυξανόμενος αριθμός από εφαρμογές για κινητές συσκευές, αφορά μία σχετικά νέα μορφή τεχνολογίας, γνωστή με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality, ΕΠ), που αποτελεί επέκταση/εξέλιξη της τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας (Yuen, Yaoyuneyong & Johnson, 2011). Η ΕΠ θα μπορούσε να οριστεί ως τεχνολογία που συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο, είναι διαδραστική, λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και τοποθετεί/ευθυγραμμίζει τα πραγματικά αντικείμενα με τα εικονικά (Azuma, Baillet, Behringer, Feiner, Julier, & MacIntyre, 2001). Αντίστοιχα, οι Zhou, Duh και Billinghamurst (2008), ορίζουν την ΕΠ ως την τεχνολογία που επιτρέπει σε ψηφιακά δημιουργημένες εικόνες να επικαλύπτουν με ακρίβεια φυσικά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο. Συνεπώς, το στοιχείο της επαύξησης του πραγματικού κόσμου μέσω της προβολής σε αυτόν εικονικών στοιχείων και πληροφοριών είναι το κύριο χαρακτηριστικό της ΕΠ (Carmigniani, Furht, Anisetti, Ceravolo, Damiani, & Ivkovic, 2011).

Έρευνες σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, επισημαίνουν ότι τέτοιες εφαρμογές, πέρα από τα ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, αυξάνουν το ενδιαφέρον και τα κίνητρα για μάθηση (Bower, Howe, McCredie, Robinson, & Grover, 2014; Kaufman, 2013; Kesim &

Ozarslan, 2012). Συγκεκριμένα για τις ΦΕ, έχει βρεθεί πως η ΕΠ συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, ιδιαίτερα για τους μαθητές του δημοτικού σχολείου (Edwards, 2016).

Στην Ελληνική βιβλιογραφία, καταγράφονται κάποιες απόπειρες χρήσης των κινητών συσκευών και των tablets, που επιβεβαιώνουν τις έρευνες σε διεθνές επίπεδο, δηλαδή, την αύξηση της συμμετοχικότητας, και των κινήτρων για μάθηση (ενδεικτικά, Μπρανός & Γεωργιάδου, 2014). Ειδικότερα, για στις ΦΕ, σε άλλη έρευνα, διαπιστώθηκε ότι η χρήση των tablets και εφαρμογής με στοιχεία ΕΠ έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας, χωρίς όμως το ίδιο να ισχύει και για την αντιμετώπιση των λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών (Fokides & Atsikrasi, 2016).

### 3. Μέθοδος

Με βάση όσα παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες, επιχειρήθηκε ο συνδυασμός της χρήσης των tablets και των εφαρμογών ΕΠ με τη διδασκαλία των ΦΕ, έχοντας ως βασικό σκοπό τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Η βασική θέση της εργασίας είναι ότι τα tablets επιτρέπουν στους μαθητές να κατανοήσουν το διδακτικό αντικείμενο, αυτενεργώντας και εργαζόμενοι μέσα σε ένα μαθησιακό περιβάλλον το οποίο ευνοεί την εμπλοκή των ίδιων. Έτσι, οι ερευνητικές υποθέσεις που προκύπτουν είναι: (α) Υ1, υπάρχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα με τη χρήση tablets και εφαρμογών ΕΠ, σε σύγκριση με άλλες διδακτικές μεθόδους και (β) Υ2, οι μαθητές διαμορφώνουν θετική στάση απέναντι στη χρήση των tablets και των εφαρμογών τους στη διδασκαλία.

#### 3.1 Ερευνητική μέθοδος, δείγμα και διάρκεια

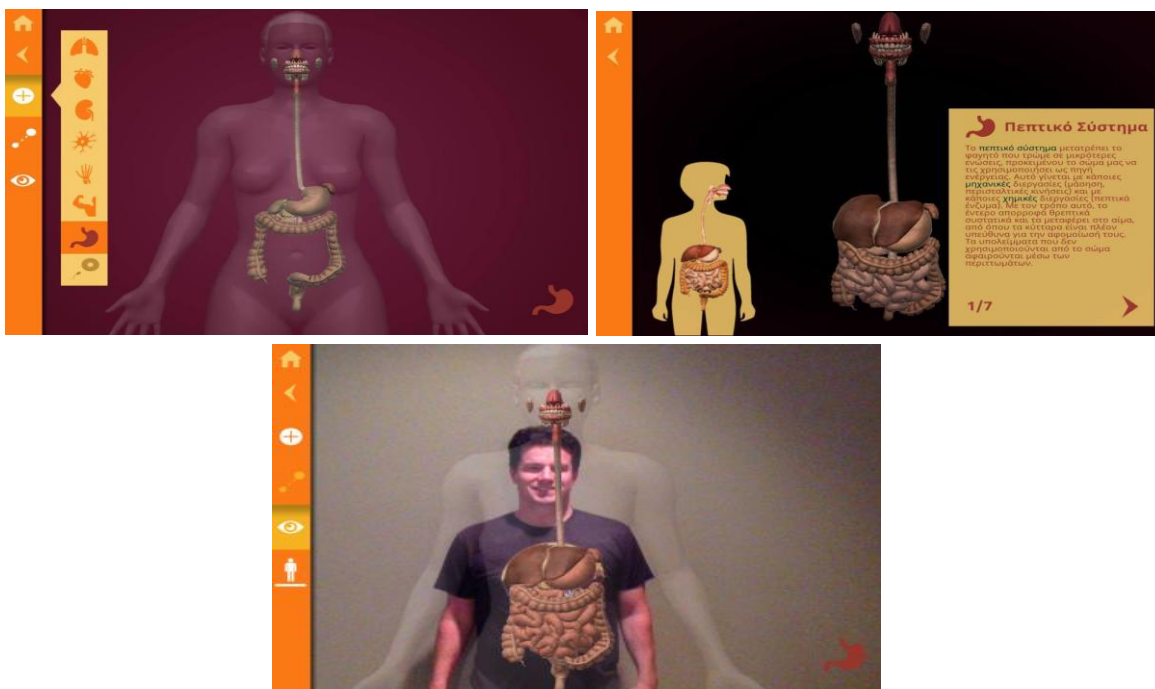
Η ερευνητική μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν της οιονεί πειραματικής μελέτης (quasi experimental study) με μία πειραματική και δύο ομάδες ελέγχου. Η επιλογή αυτή τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι δεδομένα επρόκειτο να συλλεχθούν από αυτούσιες τάξεις μαθητών. Ομάδα-στόχος αποφασίστηκε να είναι οι μαθητές της Στ' τάξης του δημοτικού. Παρότι οι μαθητές σε αυτή την τάξη έχουν ήδη διδαχθεί το πεπτικό σύστημα (από την Ε' τάξη και μόνο για δύο ώρες), θεωρήθηκε ότι το διδακτικό αντικείμενο παρουσιάζει δυσκολίες στην κατανόησή του και ως εκ τούτου αξίζει να διδαχθεί εκ νέου. Πριν τη διεξαγωγή της μελέτης, προσεγγίστηκαν, διερευνητικά, δημοτικά σχολεία της πόλεως Ρόδου και εντοπίστηκαν τάξεις που πληρούσαν τις παρακάτω προδιαγραφές: (α) δεν είχαν διδαχθεί στο παρελθόν κάποιο διδακτικό αντικείμενο με τη χρήση tablets και (β) σε επίπεδο σύνθεσης, κοινωνικοοικονομικής προέλευσης και σχολικών επιδόσεων αντικατόπτριζαν μία τυπική/συνηθισμένη Στ' τάξη ελληνικού δημόσιου δημοτικού σχολείου. Με βάση τις απόψεις του Creswell (2012), το δείγμα χαρακτηρίζεται «συνηθισμένο», «τυπικό» και «προσιτό». Το αρχικό δείγμα αποτελούταν από 71 μαθητές, από τρία τμήματα της Στ' τάξης (δύο δημοτικών σχολείων). Σε κάθε τμήμα ανατέθηκε, με τυχαίο τρόπο, μία από τις διδακτικές μεθόδους που παρουσιάζονται σε επόμενη ενότητα. Η υλοποίηση της έρευνας διήρκησε από τις 3/11/2016

έως τις 12/12/2016. Πριν από την πραγματοποίηση των παρεμβάσεων ενημερώθηκαν οι γονείς των μαθητών για την έρευνα και παρείχαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Από τους εκπαιδευτικούς ζητήθηκε να μη διδάξουν με κανέναν άλλον τρόπο πέραν από αυτόν που προβλεπόταν για την κάθε ομάδα.

### 3.2 Υλικό

Για τις ανάγκες των διδακτικών παρεμβάσεων με τα tablets, επιλέχθηκε η εφαρμογή Anatomy-The human body, της εταιρείας Arloon (<http://www.arloon.com>), η οποία έχει μεταφραστεί στα Ελληνικά από την ερευνητική ομάδα και το περιεχόμενο της οποίας συμβαδίζει και με τα ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ για τη διδασκαλία του συγκεκριμένου αντικειμένου. Η εφαρμογή αυτή περιλαμβάνει τρισδιάστατα (3D) μοντέλα (οργάνων και συστημάτων) και στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας.

Μπορεί δηλαδή να εμφανίσει τα τρισδιάστατα αντικείμενα (για παράδειγμα, ένα όργανο) στον πραγματικό χώρο (για παράδειγμα, επάνω σε έναν μαθητή) οπτικοποιώντας ακόμα καλύτερα το προς διδασκαλία θέμα. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να «εξαφανίσει» ή να «εμφανίσει» κατά βούληση ορισμένα στοιχεία, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση εσωτερικών δομών, αλλά επιπλέον, μπορεί κανείς να πραγματοποιήσει ένα «ταξίδι» στα διάφορα συστήματα (χρησιμοποιώντας 3D animation), (Εικόνες 1-3). Επίσης, περιλαμβάνει παρουσίαση των πληροφοριών σε δύο επίπεδα, ένα συνοπτικό και ένα πιο αναλυτικό. Τέλος, περιλαμβάνει ερωτήσεις εξάσκησης και ελέγχου γνώσεων. Έτσι, μπορεί να λειτουργήσει ως ένα πλήρες πακέτο μαθημάτων.



Εικόνες 1-3. Στιγμιότυπα από την εφαρμογή

Το επόμενο βήμα ήταν ο καθορισμός των διδακτικών ενοτήτων και του περιεχομένου τους. Έτσι, η διδασκαλία του πεπτικού συστήματος οργανώθηκε σε τρία διδακτικά δίωρα: (α) τα πρώτα όργανα του πεπτικού συστήματος (δόντια, σιελογόνοι αδένες, οισοφάγος, λάρυγγας πάγκρεας, σπλήνας, χολή), (β) το λεπτό και το παχύ έντερο (τα μέρη και η λειτουργία τους) και (γ) το ταξίδι της τροφής. Για να είναι συμβατό το διδακτικό υλικό της πειραματικής ομάδας με τις δύο ομάδες ελέγχου, κατασκευάστηκαν παρουσιάσεις που περιελάμβαναν οπτικοακουστικό υλικό παρόμοιο με τα 3D animations της εφαρμογής και έγινε η συγγραφή ενός σύντομου εγχειριδίου που, στην ουσία, αποτελούσε μεταφορά στο χαρτί των όσων περιλαμβάνονταν στην εφαρμογή. Επίσης, έγινε συγγραφή φύλλων εργασιών με δραστηριότητες και ασκήσεις εξάσκησης ίδιων με αυτών της εφαρμογής.

### 3.3 Διαδικασία

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, στην έρευνα συμμετείχαν τρεις ομάδες μαθητών. Η πειραματική ομάδα διδάχθηκε αποκλειστικά με τη χρήση των tablets και της εφαρμογής. Η συμμετοχή του εκπαιδευτικού περιορίστηκε σε μία φάση της διδασκαλίας και στην παροχή τεχνικής υποστήριξης. Οι μαθητές εργάστηκαν χωρισμένοι σε ζευγάρια, αφού η βιβλιογραφία προτείνει την ομαδική εργασία των μαθητών για τη διδασκαλία των ΦΕ (Harlen & Qualter, 2014). Κάθε ζευγάρι είχε στη διάθεσή του από ένα tablet. Επίσης, τα tablets και η εφαρμογή αντικατέστησαν πλήρως το σχολικό εγχειρίδιο, εφόσον η εφαρμογή περιελάμβανε τα περισσότερα στοιχεία μίας τυπικής διδασκαλίας. Έτσι, οι κρίσιμες παράμετροι σ' αυτή τη μορφή διδασκαλίας ήταν η ενεργός συμμετοχή των μαθητών, η αυξημένη αυτονομία τους και ο έλεγχος, από αυτούς, της μαθησιακής τους πορείας (Wilkinson & Barter, 2016). Η κάθε διδασκαλία περιελάμβανε τις παρακάτω φάσεις, που αποτελούν παραλλαγή του μοντέλου 5E (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scatter, Carlson-Powell, Westbrook, & Landes, 2006): (α) μικρή εισαγωγή από τον εκπαιδευτικό, εμπλοκή των μαθητών με το νέο γνωστικό αντικείμενο με συζήτηση, (β-γ) χρήση της εφαρμογής για την εξερεύνηση και τη μελέτη του γνωστικού υλικού και την εκτέλεση δραστηριοτήτων μέσα στην εφαρμογή και (δ) αυτο-αξιολόγηση χρησιμοποιώντας τις ασκήσεις και ερωτήσεις της εφαρμογής. Σε κάθε φάση της διδασκαλίας οι μαθητές ήταν ελεύθεροι να συζητούν και να συνεργάζονται.

Μια δεύτερη ομάδα μαθητών διδάχθηκε καθαρά δασκαλοκεντρικά (όπως είναι μία συνήθης διδασκαλία στο δημοτικό). Χρησιμοποιήθηκε το έντυπο υλικό και οι παρουσιάσεις. Ο εκπαιδευτικός παρέδιδε το εκάστοτε διδακτικό αντικείμενο, απηύθυνε ερωτήσεις στους μαθητές, οι οποίοι, στη συνέχεια, εκτελούσαν τις ασκήσεις και τις δραστηριότητες από τα φύλλα εργασιών. Η τελευταία ομάδα διδάχθηκε κι αυτή με το έντυπο υλικό, αλλά το διδακτικό σχήμα που ακολουθήθηκε στηρίχθηκε στο κονστрукτιβιστικό μοντέλο διδασκαλίας (Driver & Oldham, 1986). Έτσι: (α) στη φάση του προσανατολισμού γινόταν μία εισαγωγική συζήτηση, προβαλλόταν και σχολιαζόταν το σχετικό οπτικοακουστικό υλικό, (β) στη φάση της ανάδειξης των ιδεών, οι μαθητές χωρίζονταν σε ομάδες των 2-3 ατόμων και συζητούσαν μεταξύ τους σχετικά με γνωστικό αντικείμενο, καταγράφοντας, παράλληλα, τις

απόψεις τους, (γ) στη φάση της αναδιάρθρωσης των ιδεών οι μαθητές μελετούσαν τα σχετικά κείμενα από το εγχειρίδιο, (δ) στη φάση της εφαρμογής των ιδεών οι μαθητές εργάζονταν με τα φύλλα εργασίας και (ε) στη φάση του αναστοχασμού οι μαθητές συμπλήρωναν το μέρος εκείνο των φύλλων εργασιών που περιελάμβανε τις ασκήσεις εξάσκησης. Με βάση τα παραπάνω, οι τρεις ομάδες διδάχθηκαν το ίδιο αντικείμενο και με την ίδια διάρκεια. Η διαφορά τους ήταν η διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στην καθεμία.

### 3.4 Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν φύλλα αξιολόγησης και ένα ερωτηματολόγιο. Συγκεκριμένα, πριν από την έναρξη των διδακτικών παρεμβάσεων χορηγήθηκε (σε όλους τους μαθητές) ένα pre-test, ώστε να ελεγχθούν οι πρότερες γνώσεις των μαθητών και να διαπιστωθεί η κοινή τους γνωστική αφετηρία. Με το τέλος της διδασκαλίας κάποιας ενότητας, χορηγούνταν ένα φύλλο αξιολόγησης ώστε να αξιολογηθεί το τι αποκόμισαν οι μαθητές από τη διδασκαλία. Περίπου δεκαπέντε ημέρες μετά τη λήξη όλων των διδακτικών παρεμβάσεων, χορηγήθηκε ένα delayed post-test, που περιείχε ερωτήσεις από όλες τις ενότητες, ώστε να ελεγχθεί η διατηρησιμότητα των γνώσεων. Τα pre-tests, delayed post-tests και τα φύλλα αξιολόγησης ήταν διαρθρωμένα έτσι ώστε αφενός να καλύπτουν ολόπλευρα τα θέματα που διδάχθηκαν και αφετέρου να υπάρχει κλιμάκωση της δυσκολίας στα ερωτήματα που τέθηκαν. Οι ερωτήσεις ήταν κυρίως κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενών, συμπλήρωσης πινάκων, αντιστοίχισης και χαρακτηρισμού προτάσεων). Όμως, περιλαμβάνονταν και ανοικτού τύπου ερωτήσεις (περίπου το ένα τρίτο των ερωτήσεων), που ζητούσαν από τους μαθητές να συνδυάσουν στοιχεία και να εκφράσουν άποψη για κάποιο θέμα. Όλες οι ερωτήσεις ήταν ίδιες, παρόμοιες ή εμπνευσμένες από τις ανάλογες ερωτήσεις του σχολικού εγχειριδίου. Στην ομάδα που χρησιμοποίησε τα tablets, χορηγήθηκε ένα πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο με 16 ερωτήσεις τύπου Likert σε πενταβάθμια κλίμακα (1 = καθόλου, 5 = πάρα πολύ). Σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν να καταγραφούν οι απόψεις των μαθητών και οι εντυπώσεις τους για τη διδασκαλία τους με τα tablets και την εφαρμογή.

## 4. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Από την ανάλυση των δεδομένων εξαιρέθηκαν όσοι μαθητές ήταν απόντες σε ένα ή περισσότερα φύλλα αξιολόγησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να αποτελείται από 66 μαθητές, 22 σε κάθε ομάδα (Ομάδα 0 = συμβατική διδασκαλία, Ομάδα1 = ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, Ομάδα2 = διδασκαλία με tablet). Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης, αυτά βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις. Στοιχεία για τη μέση βαθμολογία και για την τυπική απόκλιση, ανά ομάδα συμμετεχόντων και ανά φύλλο αξιολόγησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.



**Πίνακας 1. Ανάλυση αποτελεσμάτων φύλλων αξιολόγησης**

	Ομάδα μαθητών					
	Ομάδα0 (N = 22)		Ομάδα1 (N = 22)		Ομάδα2 (N = 22)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Pre-test (max = 32)	18,64	4,14	17,27	4,44	18,36	4,04
Φύλλο αξιολόγησης 1 (max = 26)	16,82	6,35	17,73	4,33	2,64	4,74
Φύλλο αξιολόγησης 2 (max = 36)	11,9	3,68	14,18	3,28	16,27	3,84
Φύλλο αξιολόγησης 3 (max = 22)	12,73	5,28	13,45	2,5	14,82	4,26
Delayed post-test (max = 26)	13,64	4,12	17,09	3,62	19,64	3,06

*Σημείωση:* Το μέγιστο σκορ σε κάθε φύλλο αξιολόγησης αναφέρεται σε παρένθεση

Αναλύσεις διασποράς μιας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν για να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών στα φύλλα αξιολόγησης και με βάση τις 3 ομάδες που συμμετείχαν. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι: (α) όλες οι ομάδες σε όλες τις δραστηριότητες είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων (N = 22), (β) στη βαθμολογία όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers), (γ) τα δεδομένα είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ( $p > .05$ ) και (δ) η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε μία περίπτωση, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ( $p < .05$ ).

Εφόσον τα δεδομένα σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης εκτός του 3ου πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις, σε αυτά διεξήχθη το One-way ANOVA test. Στο 3ο Φύλλο Αξιολόγησης, στο οποίο υπήρχε παραβίαση μόνο της ομοσκεδαστικότητας, αλλά πληρούνταν όλες οι άλλες προϋποθέσεις, χρησιμοποιήθηκε το τεστ των Brown-Forsythe (1974), το οποίο είναι ανθεκτικό σε περιπτώσεις ετεροσκεδαστικότητας. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2. Αποτελέσματα One-way ANOVA και Brown-Forsythe test**

	Αποτέλεσμα	Ερμηνεία
Pre-test	$F(2, 63) = 0,65, p = 0,53$	ΜΣ
Φύλλο αξιολόγησης 1	$F(2, 63) = 29,14, p < 0,001$	Το mean score των ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό
Φύλλο αξιολόγησης 2	$F(2, 57) = 11,5, p < 0,001$	Το mean score των ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό
Φύλλο αξιολόγησης 3	Brown-Forsythe $F(2, 46,04) = 1,42, p = 0,25$	ΜΣ
Delayed post-test	$F(2, 63) = 15,14, p < 0,001$	Το mean score των ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό

*Σημείωση:* ΜΣ = μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Post-hoc συγκρίσεις μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών πραγματοποιήθηκαν σε εκείνα τα φύλλα αξιολόγησης όπου εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Διαπιστώθηκε ότι: (α) στο Φύλλο αξιολόγησης 1 η Ομάδα0 ( $M = 16,82, SD = 6,35$ ) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την Ομάδα1 ( $M = 17,73, SD = 4,33, p = 0,83$ ), είχε όμως από την ομάδα 2 ( $M = 27,64, SD = 4,74, p < 0,001$ ), ενώ οι ομάδες 1 και 2 επίσης είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < .001$ ), (β) στο Φύλλο αξιολόγησης 2 η Ομάδα 0 ( $M = 11,09, SD = 3,68$ ) είχε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο από την Ομάδα1 ( $M = 14,18, SD = 3,28, p = 0,016$ ) όσο και από την Ομάδα 2 ( $M = 16,27, SD = 3,84, p < 0,001$ ), ενώ οι ομάδες 1 και 2 δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p = 0,140$ ), (γ) στο delayed post-test, η Ομάδα0 ( $M = 13,64, SD = 4,12$ ) είχε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο από την Ομάδα1 ( $M = 17,09, SD = 3,62, p = 0,007$ ) όσο και από την Ομάδα2 ( $M = 19,64, SD = 3,06, p < 0,001$ ), ενώ, και πάλι, οι ομάδες 1 και 2 δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p = 0,059$ ).

Συνοψίζοντας, στο σύνολό τους, αυτά τα αποτελέσματα προτείνουν ότι: (α) οι τρεις ομάδες είχαν το ίδιο αρχικό επίπεδο γνώσεων και, συνεπώς, ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν στα επόμενα φύλλα αξιολόγησης οφείλονται στη διαφορετική μέθοδο διδασκαλίας, (β) η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα 0 σε 3 από τις 4 περιπτώσεις (συμπεριλαμβανομένου και του delayed post-test), (γ) η Ομάδα1 ξεπέρασε την Ομάδα 0 σε 2 από τις 4 περιπτώσεις (περιλαμβανομένου και του delayed post-test) και (δ) η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα1 σε μία μόνο περίπτωση, ενώ στις άλλες περιπτώσεις οι δύο ομάδες ήταν ισοδύναμες. Ως εκ τούτου η Y1 επαληθεύεται μερικώς.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές της ομάδας των tablets, μετά το πέρας των διδασκαλιών, είχε σκοπό να αναδείξει τις προσωπικές τους απόψεις για την εφαρμογή. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι μαθητές σχημάτισαν ιδιαίτερα θετική άποψη για όλες σχεδόν τις παραμέτρους της εφαρμογής, επαληθεύοντας έτσι την Y2. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου εντυπώσεων

Ερώτηση	M	SD
Πόσο σου άρεσαν τα 3D αντικείμενα;	4,5	1,01
Πόσο σου άρεσαν οι πληροφορίες που πήρες;	4,5	0,60
Πόσο σου άρεσε το animation;	4,91	0,29
Πόσο σου άρεσε το ταξίδι της τροφής και οι άλλες «ταινίες»;	4,73	0,46
Πόσο σου άρεσε που ζωντάνεψε το ανθρώπινο σώμα;	4,64	0,58
Πόσο σου άρεσε η εφαρμογή γενικά;	4,36	0,66
Θα έλεγες ότι το μάθημα σου φάνηκε σαν παιχνίδι;	4,55	0,86
Πόσα θεωρείς ότι έμαθες από την εφαρμογή;	4,18	0,73
Σού φάνηκε εύκολη στη χρήση της;	4,27	0,77
Σού φάνηκε εύκολο να μάθεις;	4,23	0,87
Θα ήθελες να κάνεις άλλα μαθήματα με αυτόν τον τρόπο;	4,41	0,59
Θα πρότεινες σε άλλους να παίξουν και να μάθουν	4,55	0,67

Θα ήθελες να μάθεις και άλλα μέρη του ανθρώπινου σώματος έτσι;	4,32	0,57
Σού άρεσαν τα τεστ και τα quiz;	4,68	0,48
Σού φάνηκαν εύκολα;	4,36	0,79
Πόσο σού άρεσε η συνεργασία με το διπλανό σου;	4,68	0,48

## 5. Συζήτηση

Από την ανάλυση των δεδομένων, φάνηκε ότι οι μαθητές που έκαναν χρήση των tablets και της εφαρμογής ξεπέρασαν τους μαθητές που διδάχθηκαν συμβατικά. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με άλλες έρευνες οι οποίες σύγκριναν συμβατικές διδασκαλίες με διδασκαλίες που αξιοποίησαν tablets και εφαρμογές σε αυτά, καταλήγοντας ότι με τη χρήση τέτοιων εργαλείων επιτυγχάνονται καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (ενδεικτικά, Fokides & Atsikpasi, 2016). Ωστόσο, τα αποτελέσματα από τη χρήση των tables δε φάνηκε να ξεπερνούν τα αποτελέσματα μίας διδασκαλίας που στηρίχθηκε σε σύγχρονες διδακτικές μεθόδους. Μία σειρά στοιχείων μπορεί να έπαιξαν ρόλο στα παραπάνω αποτελέσματα.

Η αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα και τις πληροφορίες ίσως να βοήθησαν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών, κάνοντας τη μάθηση συνολικά πιο αποτελεσματική, όπως υποστηρίζουν οι Medicherla, Chang και Morreale (2010). Αντίστοιχα, θεωρείται ότι η έλλειψη αλληλεπίδρασης με το γνωστικό υλικό -όπως ίσχυε στις δύο άλλες μεθόδους- μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τα μαθησιακά αποτελέσματα (Pengcheng, Mingquan, & Xuesong, 2011). Η εφαρμογή χρησιμοποιούσε τρισδιάστατα αντικείμενα. Τόσο αυτά όσο και τα τρισδιάστατα animations της εφαρμογής, μπορεί να βοήθησαν τα παιδιά να οπτικοποιήσουν καλύτερα το διδακτικό αντικείμενο, όπως υποστηρίζει ο Edwards (2016). Ένα άλλο στοιχείο της εφαρμογής που μπορεί να έπαιξε ρόλο στα μαθησιακά αποτελέσματα, είναι η δυνατότητά της να προβάλλει τα τρισδιάστατα αντικείμενα στον πραγματικό χώρο (Medicherla et al., 2010; Rahn & Kjaergaard, 2014). Έτσι, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία για ακόμα καλύτερη οπτικοποίηση των εσωτερικών οργάνων, βλέποντας το ανθρώπινο σώμα να «ζωντανεύει» μπροστά τους (βλ. Εικόνα 3).

Αξίζει να αναφερθεί πως οι μαθητές της πειραματικής ομάδας εργάστηκαν χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού. Μελέτησαν ελεύθερα και παρακινήθηκαν να εργαστούν με το ρυθμό και τον τρόπο που οι ίδιοι επιθυμούσαν. Έτσι, μελετούσαν μόνοι τους την ύλη και έλεγχαν το ρυθμό της όλης διαδικασίας. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη θέση ότι όταν οι μαθητές αυτενεργούν και εργάζονται με αυξημένο βαθμό αυτονομίας, επιτυγχάνουν καλά μαθησιακά αποτελέσματα (Kearney et al., 2012; West, 2013; Wong, 2012). Παράλληλα, όμως, οι μαθητές εργάστηκαν συνεργαζόμενοι μεταξύ τους. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ότι τα αποτελέσματα οφείλονται και στη συνεργασία των μαθητών υιοθετώντας την άποψη αυτών που υποστηρίζουν ότι η χρήση των tablets παράλληλα με συνεργατικές διδακτικές μεθόδους οδηγεί σε καλά αποτελέσματα (Fokides & Atsikpasi, 2016; Kearney et al., 2012). Η άποψη αυτή ενισχύεται από το γεγονός ότι η ομάδα μαθητών που εργάστηκε κι αυτή συνεργατικά, αλλά χωρίς τη χρήση tablets, πέτυχε κι αυτή καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα μαθητών που διδάχθηκαν καθαρά συμβατικά.

Σχετικά με το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων των μαθητών για την εφαρμογή και τα tablets, φάνηκε η ισχυρά θετική άποψή τους για τη χρήση αυτών των εργαλείων στη διδασκαλία. Γενικά, θεωρείται ότι οι συμβατικές μορφές διδασκαλίας δεν προσφέρουν τόσα κίνητρα για μάθηση στα παιδιά σε σχέση με άλλες πιο διαδραστικές μεθόδους διδασκαλίας (Mayer, 2011). Όντως, από τα αποτελέσματα στις περισσότερες ερωτήσεις, επαληθεύεται η άποψη ότι οι εφαρμογές με στοιχεία ΕΠ, συμβάλλουν στην κινητοποίηση των μαθητών, παρέχοντάς τους κίνητρα για μάθηση (Kaufman, 2003; Keegan, & Mileva, 2010; Kesim & Ozarslan, 2012). Επίσης, οι μαθητές επισήμαναν τον παιγνιώδη χαρακτήρα που είχε η όλη διαδικασία, που και αυτό το στοιχείο μπορεί να συνέβαλε στα περισσότερα κίνητρα για μάθηση (Klopfer & Squire, 2008). Τέλος, οι μαθητές, δήλωσαν ότι δεν τους φάνηκε δύσκολος ο χειρισμός των tablets και της εφαρμογής, γεγονός που αναδεικνύει την ήδη καλή τους σχέση με την τεχνολογία (Görgan, Öncü, & Şentük, 2014).

Ένα τελευταίο θέμα που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε μία εμπορική εφαρμογή. Παρότι αξιόλογη, αρκετά σημεία της επιδέχονται βελτίωσης. Αυτό το γεγονός υποδεικνύει την ανάγκη για κατασκευή εκπαιδευτικών εφαρμογών κατάλληλων για χρήση στη διδασκαλία. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με την καλύτερη συνεργασία εκπαιδευτικών με τους κατασκευαστές λογισμικού, ώστε τα tablets (όπως κι οποιαδήποτε άλλο τεχνολογικό εργαλείο), να μπορούν να ενσωματωθούν με μεγαλύτερη επιτυχία στην εκπαιδευτική διαδικασία.

## 6. Συμπεράσματα

Η έρευνα έχει περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Παρότι το δείγμα ήταν επαρκές για στατιστική ανάλυση, θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο και όχι περιορισμένο, γεωγραφικά, σε μία πόλη. Κάτι τέτοιο, θα επέτρεπε ευκολότερη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Ποιοτικά ερευνητικά δεδομένα (για παράδειγμα, συνεντεύξεις και παρατηρήσεις), θα επέτρεπαν ολόπλευρη εξέταση του θέματος. Ο αριθμός των διδακτικών παρεμβάσεων ήταν κι αυτός μικρός, λόγω των περιορισμών που επέβαλαν τα σχολεία. Τέλος, οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, μπορεί να μην ήταν απόλυτα ειλικρινείς.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν τα παραπάνω προβλήματα. Έτσι, θα μπορούσαν να επεκταθούν σε άλλες τάξεις ή εξετάζοντας κι άλλα συστήματα οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Συγκριτικές μελέτες με την αξιοποίηση κι άλλων τεχνολογικών εργαλείων θα μπορούσαν να καταδείξουν, εάν τα μαθησιακά αποτελέσματα οφείλονται στο μέσο ή σε άλλους παράγοντες. Μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων θα μπορούσαν να εντοπίσουν, εάν η χρήση των tablets δεν επιδρά μόνο στο επίπεδο απόκτησης γνώσεων, αλλά και στο επίπεδο αλλαγής των λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών. Τέλος, η χρήση ποιοτικών εργαλείων συλλογής δεδομένων θα επέτρεπε την πλήρη και σαφή κατανόηση του θέματος.

Παρά τους ερευνητικούς περιορισμούς, η γενική εντύπωση από τις διδακτικές παρεμβάσεις ήταν ότι η χρήση των tablets στη μαθησιακή διαδικασία έχει ενδιαφέροντα αποτελέσματα και ότι έχουν τη δυναμική να αποτελέσουν στοιχείο εναλλακτικών τρόπων διδασκαλίας. Η παρούσα εργασία συμβάλλει προς αυτή την κατεύθυνση. Με δεδομένο το έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον, είναι σχεδόν βέβαιο ότι, στο κοντινό μέλλον, θα εξευρεθούν ακόμα πιο αποτελεσματικοί τρόποι αξιοποίησής τους, έτσι ώστε, τελικά, να αποτελέσουν κομμάτι της διδακτικής καθημερινότητας των μαθητών.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

### Ελληνόγλωσσες

- Κουλαϊδής, Β., Αποστόλου, Α., & Καμπουράκης, Κ. (2008). *Η Φύση των Επιστημών-Διδακτικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Child Services.
- Μπρανός, Σ., & Γεωργιάδου, Ε. (2014). Μελέτη περίπτωσης φορητής μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Εκπαίδευση στην εποχή των ΤΠΕ*. Αθήνα: Νέος Παιδαγωγός
- Παπαντωνίου Γ., Μωραΐτου Δ., Καλδρυμίδου Μ., Πλακίτση Α., Φιλιππίδου Δ., & Κατσαδήμα Ε. (2010). Σχέσεις συγκινησιακών παραγόντων, στρατηγικών αυτό-ρυθμιζόμενης μάθησης, και επίδοσης στη διδακτική των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 32-33.
- Σκουμιός, Μ. (2010). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Υπουργείο Παιδείας (2010). *Αναλυτικά προγράμματα σπουδών*. Διαθέσιμο στο [http://www.moec.gov.cy/analytika\\_programmata/programmata\\_spondon.html](http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spondon.html)

### Ξενόγλωσσες

- Allen, M. (2014). *Misconceptions in Primary Science* (2<sup>nd</sup> ed.). Berkshire, UK: Open University Press.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.
- Babich, B. E. (2009). *A conversation with Patrick Heelan and Babette Babich*. Retrieved from [http://fordham.bepress.com/phil\\_interviews/1](http://fordham.bepress.com/phil_interviews/1).
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S., & Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants & plant growth. *The American Biology Teacher*, 68(2), 73-79.
- Bates, B. (2016). *Learning theories simplified: ...and how to apply them to teaching*. Los Angeles: SAGE.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 720-729.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education-cases, places and potentials. *Educational media international*, 51(1), 1-15.
- Brown, M. B. and Forsythe, A. B., 1974: Robust test for the equality of variance. *Journal of American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scatter, P., Carlson-Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *BSCS SE instructional model: Origins and effectiveness*. A report

- prepared for the Office of Science Education, National Institutes of Health. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Cakici, Y. (2005). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27 (1), 79-100.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341-377.
- Carvalho, G. S., Silva, R., & Clément, P. (2003). Epistemological and didactical learning obstacles identified in Portuguese primary school pupils (synopsis). *Proceedings of ESERA 2003: Research and the quality of science education*.
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122.
- Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3-15.
- Dundar, H., & Akcayir, M. (2012). Tablet vs. Paper: The effect on learners' reading performance. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(3), 441-450.
- Edwards, D. (2016). Arloon Anatomy app. Available on <https://www.highbeam.com/doc/1G1-448568497.html>.
- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2016). Tablets in education. Results from the initiative ETiE, for teaching plants to primary school students. *Education and Information Technologies*, 2016.
- Garcia-Barros, S., Martinez-Losanda, C., & Garrido, M. (2011). What do children aged four to seven know about the digestive system and the respiratory system of the human being and of other animals? *International Journal of Science Education*, 33(15), 2095-2122.
- Görhan, M. F., Öncü, S., & Şentük, A. (2014). Tablets in education: Outcome expectancy and anxiety of middle school students. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(6), 2259-2271.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). *The teaching of science in primary schools* (6th ed.). Routledge.
- Hashemi, M., Azizinezhad, M., Najafi, V., & Nesari, A. J. (2011). What is Mobile Learning? Challenges and Capabilities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 2477-2481.
- Henderson, S., & Yeow, J. (2012). iPad in Education: A case study of iPad adoption and use in a primary school. *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 78-87. IEEE.
- Karsenti, T., & Fievez, A. (2013). *The iPad in education: uses, benefits, and challenges-A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec, Canada*. Montreal, QC: CRIFPE.
- Kaufmann, H. (2003). *Collaborative augmented reality in education*. Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology.

- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20(1), 14406.
- Keegan, D., & Mileva, N. (2010) *Mobile learning performance support system for vocational education and training*. University of Plovdiv (Bulgaria) and UNED (Spain).
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 297-302.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives - the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). Student perceptions of using tablet technology in post-Mayer, R. E. (2011). Towards a science of motivated learning in technology-supported environments. *Educational Technology Research and Development*, 59(2), 301-308.
- Medicherla, P. S., Chang, G., & Morreale, P. (2010, March). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. *Proceedings of the International Conference On Multimedia Information Retrieval*, 441-444. ACM.
- Novak, J. D. (2010). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21-30.
- Organisation for Economic Cooperation and Development-OECD (2012). *Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: Nuffield Foundation
- Pengcheng, F., Mingquan, Z., & Xuesong, W. (2011). The significance and effectiveness of Augmented Reality in experimental education. *Proceedings of the International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)*, 1-4. Shanghai, China.
- Rahn, A., & Kjaergaard, H. W. (2014, March 10-12). Augmented reality as a visualizing facilitator in nursing education. *Proceedings of the 8th International Technology, Education and Development Conference*, 6560-6568. Valencia.
- Sharples, M., & Roschelle, J. (2010). Guest editorial: Special issue on mobile and ubiquitous technologies for learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 4-6.
- Shaw, R. K. (2010). Truth and physics education: a heideggerian analysis. Doctoral thesis. The University of Auckland.
- van't Hooft, M. (2013). The potential of mobile technologies to connect teaching and learning inside and outside of the classroom. In *Emerging Technologies for the Classroom* (pp. 175-186). New York: Springer.
- West, D. M. (2013). *Mobile learning: Transforming education, engaging students, and improving outcomes*. Washington, DC: Center for Technology Innovation at Brookings.
- Wilkinson, K., & Barter, P. (2016). Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? *Journal of Pedagogic Development*, 6(1), 14-23.
- Wong, L. H. (2012). A learner- centric view of mobile seamless learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E19-E23.
- Yuen, S. C-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: an overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140.
- Zaranis, N., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2013). Using Mobile Devices for Teaching Realistic Mathematics in Kindergarten Education. *Creative Education*, 4(7A1), 1-10.

Zhou, F., Duh, H. B-L., & Billinghamurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 193-202. Washington, DC: IEEE.