

Έρευνα στην Εκπαίδευση

Τόμ. 6, Αρ. 1 (2017)

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
HELLENIC JOURNAL OF RESEARCH IN EDUCATION



Αλεξανδρούπολη
2017, Τεύχος 6

Οι ταμπλέτες στην εκπαίδευση. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού σε μαθητές δημοτικού

Αικατερίνη Μαστροκούκου, Εμμανουήλ Φωκίδης

doi: [10.12681/hjre.13811](https://doi.org/10.12681/hjre.13811)

Copyright © 2017, Αικατερίνη Μαστροκούκου, Εμμανουήλ Φωκίδης



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μαστροκούκου Α., & Φωκίδης Ε. (2017). Οι ταμπλέτες στην εκπαίδευση. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού σε μαθητές δημοτικού. *Έρευνα στην Εκπαίδευση*, 6(1), 161–178. <https://doi.org/10.12681/hjre.13811>

Οι ταμπλέτες στην εκπαίδευση. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού σε μαθητές δημοτικού

Αικατερίνη Μαστροκούκου^α, Εμμανουήλ Φωκίδης^α

^α Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Η εργασία αφορά τη χρήση εφαρμογής για ταμπλέτες για τη διδασκαλία των συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού. Σκοπός ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο μια εφαρμογή με τρισδιάστατες απεικονίσεις και στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση από τους μαθητές του τρόπου λειτουργίας του αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος και του τρόπου με τον οποίο αυτά συνεργάζονται. Για το σκοπό αυτό, οργανώθηκαν δύο ομάδες μαθητών της Στ' Δημοτικού, οι οποίοι διδάχθηκαν το ίδιο αντικείμενο με δύο διαφορετικούς τρόπους διδασκαλίας. Στην πρώτη ομάδα εφαρμόστηκε ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, η οποία ενισχύθηκε, σε κάποιο βαθμό, τεχνολογικά, ενώ η δεύτερη ομάδα χρησιμοποίησε αποκλειστικά και μόνο ταμπλέτες. Οι διδακτικές παρεμβάσεις διήρκισαν η κάθε μία τέσσερα διδακτικά δώρα. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 50 μαθητές. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση φύλλων αξιολόγησης και ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα που χρησιμοποίησε τις ταμπλέτες είχε καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με την άλλη ομάδα. Η έρευνα ανέδειξε τη θετική επίδραση που είχαν οι ταμπλέτες στις επιδόσεις των μαθητών, ενώ φάνηκε και η θετική στάση των μαθητών απέναντι στη χρήση τους στη διδασκαλία.

Abstract

This study involves the use of a mobile application for teaching facts about the human body systems. The purpose was to examine whether an application that uses 3D models and augmented reality elements, can help students to better understand the functions of the respiratory and circulatory system, and the way these two systems collaborate with each other. In order to examine the above, two groups of 6th-grade students were formed and they were taught using two different teaching methods. The first group was taught using a contemporary teaching method; students worked in groups and the teaching was -up to a degree- technologically enchased. The second group of students used tablets. Each session lasted for four teaching hours. A total of 50 primary school students participated in the study. Data were collected using evaluation sheets and a questionnaire. The findings indicated that the group that was taught using the tablets outperformed the other group. The study demonstrated the positive impact tablets had on students' performance, and their positive attitudes regarding tablets' use.

© 2017, Μαστροκούκου Α., Φωκίδης Ε.

Άδεια CC-BY-SA 4.0

Λέξεις-κλειδιά: ταμπλέτες, κινητές εφαρμογές, επαυξημένη πραγματικότητα, αναπνευστικό σύστημα, κυκλοφορικό σύστημα

Key words: tablets, mobile applications, augmented reality, respiratory system, circulatory system

Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην εκπαίδευση αλλάζει και προσαρμόζεται ανάλογα με τις τάσεις και τις προσεγγίσεις που επικρατούν στον επιστημονικό χώρο. Επιπλέον, η πρόοδος στον τομέα της τεχνολογίας επηρεάζει κι αυτή την εκπαίδευση και τις διδακτικές προσεγγίσεις (Hurd, 2000). Πλέον η

τεχνολογία κατέχει βασικό ρόλο στη διδασκαλία των ΦΕ, αφού σύμφωνα με το νέο πρόγραμμα σπουδών υπάρχει γόνιμη σχέση ανάμεσα σε αυτά τα δύο στοιχεία, η οποία ξεκινά από την Α' Δημοτικού (Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, 2011).

Σύμφωνα με τις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, απαιτούνται νέα μέσα και εργαλεία που μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση και οπτικοποίηση εννοιών και φαινομένων των ΦΕ. Ένα τέτοιο εργαλείο είναι και οι φορητές συσκευές, όπως τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) και οι ταμπλέτες (tablets). Υπάρχουν πλέον αρκετές παιδαγωγικές θεωρίες και προσεγγίσεις που αφορούν την ένταξη των εργαλείων αυτών στην εκπαίδευση (για παράδειγμα, κινητή μάθηση-mobile learning), οι οποίες παρουσιάζουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Sharples & Spikol, 2017).

Συγκεκριμένα, η χρήση των ταμπλετών στη διδασκαλία φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία (Bidin & Ziden, 2013). Η χρήση των ταμπλετών στην τάξη φαίνεται να έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας των μαθητών, ενώ μπορούν να αξιοποιηθούν στη μαθησιακή διαδικασία με πολλούς τρόπους, όπως για παράδειγμα για τη δημιουργία σημειώσεων, αναζήτηση υλικού, αξιολόγηση, αλλά και την ανταλλαγή των εργασιών, με στόχο την ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών (Mang & Wardley, 2013). Παράλληλα, οι μαθητές και οι φοιτητές φαίνεται να έχουν θετική στάση απέναντι στην χρήση των ταμπλετών (Bonds-Raacke & Raacke, 2008). Ωστόσο, πρέπει να γίνουν ακόμη αρκετές έρευνες σχετικά με το αντικείμενο (Habler, Major, & Hennessy, 2015).

Παράλληλα, η αξιοποίηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση φαίνεται να έχει κι αυτή θετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, η χρήση επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να κάνει τη μάθηση πιο παραγωγική, ευχάριστη και διαδραστική (Akçayır & Akçayır, 2017; Lee, 2012), ενώ η οπτικοποίηση και η εμπύθιση σε εικονικά περιβάλλοντα ή/και περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας εξυπηρετούν τα διαφορετικά μαθησιακά στυλ και τις προτιμήσεις των μαθητών (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

Όσον αφορά τη διδασκαλία των ΦΕ στο δημοτικό σχολείο και ειδικότερα στη Στ' τάξη, ορισμένες από τις ενότητες που περιλαμβάνονται στην ύλη αφορούν τη γνωριμία των μαθητών με τα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. Από σχετικές έρευνες φαίνεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του αναπνευστικού συστήματος (Hmelo, Holton, Allen, & Kolodner, 1997; Mintzes, 1984; Tracana, Varanda, Viveiros, & Carvalho, 2012), αλλά και του κυκλοφορικού συστήματος (Allen, 2014; Gatt & Saliba, 2006). Επιπλέον, φαίνεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να εντοπίσουν τη σχέση ανάμεσα στο αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα (Arnaudín & Mintzes, 1985).

Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη τα παραπάνω γεννήθηκε ο προβληματισμός κατά πόσο μια εφαρμογή για ταμπλέτες μπορεί να βελτιώσει τις γνώσεις των μαθητών για το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα. Για να ερευνηθεί αυτό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα, τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

Κινητή μάθηση και η χρήση των ταμπλετών στην εκπαίδευση

Οι Sharples και Roschelle (2010) ορίζουν ως κινητή μάθηση (mobile learning) τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κανείς να αξιοποιήσει τις φορητές συσκευές στην εκπαίδευση. Ειδικότερα, η κινητή μάθηση ορίζεται ως η χρήση φορητών συσκευών για την πρόσβαση σε μαθησιακό υλικό, τη συνεργασία, την επικοινωνία, και την απόκτηση μαθησιακών εμπειριών, ενώ ταυτόχρονα περιλαμβάνει κι όλες τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών, των εκπαιδευτικών και των μαθησιακών περιβαλλόντων (Oyelere, Suhonen, Wajiga, & Sutinen, 2017). Άλλοι ορισμοί που αφορούν τη μάθηση με τη χρήση φορητών συσκευών συμπεριλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως: φορητότητα εργαλείων και ασύρματη σύνδεση στο Διαδίκτυο (Şad & Göktaş, 2014). Το σχετικά χαμηλό κόστος των συσκευών και η εύκολη πρόσβαση στο Διαδίκτυο που αυτές προσφέρουν, έχουν ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάδοση της κινητής μάθησης (Habler et al., 2015; Hwang & Tsai, 2011). Είναι γενικά αποδεκτό ότι η κινητή μάθηση προσφέρει νέες εκπαιδευτικές εμπειρίες και δυνατότητες βελτίωσης της μαθησιακής διαδικασίας (Kalinic, Arsovski, Stefanovic, Arsovski, & Rankovic, 2011; Wilkinson & Barter, 2016).

Η προσαρμογή της μάθησης στις ανάγκες του κάθε μαθητή είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της κινητής μάθησης, καθώς επιτρέπει την πλαισίωση της μάθησης από τον ίδιο τον μαθητή (Clarke & Svanaes, 2014; Kearney, Schuck, Burden & Aubusson, 2012). Επιπλέον, η μάθηση μέσω φορητών συσκευών επιτρέπει την "πανταχού παρούσα" μάθηση (ubiquitous learning), στην οποία οι μαθητές μπορούν να έχουν πρόσβαση

σε διδακτικό κι άλλο υλικό από οπουδήποτε και σε οποιαδήποτε στιγμή με τη χρήση φορητών συσκευών (Murphy, 2011).

Μία ακόμη πολύ σημαντική προσέγγιση που σχετίζεται με τη χρήση φορητών συσκευών στην εκπαίδευση είναι η μεικτή μάθηση (blended learning), η οποία συνδυάζει και αναμιγνύει την συμβατική διδασκαλία στην τάξη με την ηλεκτρονική μάθηση. Το μοντέλο της μεικτής μάθησης συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της διδασκαλίας "πρόσωπο-με-πρόσωπο" και της απόστασης διδασκαλίας, ώστε να δημιουργήσει ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον για τους μαθητές (Bidin & Ziden, 2013; Chen, Huang & Chou, 2017; Ozdamli, 2012).

Με τη χρήση των ταμπλετών στην εκπαιδευτική διαδικασία ενισχύεται η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία (Bidin & Ziden, 2013; Murphy, 2011). Αυτό γιατί η διδασκαλία μέσω ταμπλέτας επιτρέπει την αλληλεπίδραση και τη συνεργασία των μαθητών μεταξύ τους (Rossing, Miller, Cecil, & Stamper, 2012).

Η υιοθέτηση των ταμπλετών και των ηλεκτρονικών βιβλίων (e-textbooks) στη διδασκαλία φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα και να λειτουργεί ως κίνητρο για τους μαθητές, ενώ βοηθά και στο να έχουν καλύτερες επιδόσεις (Hsu & Ching, 2013; Sloan, 2012). Επίσης, η αξιοποίηση βίντεο, εικόνων, καθώς και αλληλεπιδραστικών κειμένων, μέσω ταμπλέτας, έχουν κι αυτά θετικά αποτελέσματα (Hahn & Bussell, 2012; Sloan, 2012). Τέλος, η διδασκαλία με τη χρήση κινητών συσκευών φαίνεται να είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη σε πολλά διαφορετικά μαθησιακά στυλ και προτιμήσεις (Rossing et al., 2012).

Προβληματισμοί που έχουν αναφερθεί σχετικά με την υιοθέτηση των ταμπλετών στη διδασκαλία αφορούν τεχνικά προβλήματα και δυσκολίες κατά τη διάρκεια του μαθήματος, τη συχνή φόρτιση των συσκευών, προβλήματα με τις εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού για τις σχετικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται, το κόστος των συσκευών, το μικρό μέγεθος της οθόνης κ.ά. (Al-Mashaqbeh & Al Shurman, 2015; Bidin & Ziden, 2013). Επιπλέον, αρκετοί εκπαιδευτικοί φαίνεται να θεωρούν ότι οι ταμπλέτες μπορεί να λειτουργήσουν ανασταλτικά για τη διδασκαλία, καθώς αποσπούν την προσοχή των μαθητών (Kinash, Brand, & Mathew, 2012; Wilkinson & Barter, 2016).

Η υιοθέτηση των ταμπλετών στη διδασκαλία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις προηγούμενες εμπειρίες που έχουν οι εκπαιδευτικοί στη χρήση τέτοιων εργαλείων, αλλά και από την ύπαρξη παιδαγωγικού πλαισίου για τη χρήση τους (Clarke & Svanaes, 2014). Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει τη χρήση των ταμπλετών στη διδασκαλία αφορά τις απόψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τη χρήση τους στο μάθημα (Churchill & Wang, 2014; Domingo & Garganté, 2016).

Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιούνται ιδιαίτερα στις ταμπλέτες και στις κινητές συσκευές. Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι η τεχνολογία εκείνη που συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα και πληροφορίες στον πραγματικό κόσμο, λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και σε τρεις διαστάσεις, ενώ παράλληλα επιτρέπει την αλληλεπίδραση με τον χρήστη (van Krevelen & Poelman, 2010). Σύμφωνα με τους Yuen, Yaouyoneyong και Johnson (2011), η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια μορφή εμπειρίας στην οποία ο πραγματικός κόσμος εμπλουτίζεται με ψηφιακό υλικό και πληροφορίες, στοιχεία τα οποία συνδέονται με συγκεκριμένες τοποθεσίες ή δραστηριότητες. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με τη χρήση φορητών συσκευών (κινητή επαυξημένη πραγματικότητα ή mobile augmented reality). Ο χρήστης μπορεί να κρατήσει τις συσκευές αυτές στα χέρια του και με τη χρήση κατάλληλης εφαρμογής να προβάλει (μέσω της οθόνης της συσκευής) εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο (Yang & Cheng, 2016).

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση δημιουργεί ένα νέο είδος εφαρμογών και δράσεων που μπορούν να ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας (Kesim & Ozarslan, 2012) και να κάνουν την μαθησιακή διαδικασία πιο ελκυστική για τους μαθητές (Akçayır & Akçayır, 2017). Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη θέση, το σχήμα και άλλα χαρακτηριστικά των εικονικών αντικειμένων, χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών και συστημάτων, που στην πραγματική ζωή είναι αδύνατο να παρατηρήσει κανείς, όπως στοιχεία αστρονομίας, συστήματα του ανθρώπινου σώματος κ.ά. (Billinghurst & Dünser, 2012).

Παρότι όπως φαίνεται η μάθηση με τη χρήση φορητών συσκευών μπορεί να προσφέρει μια νέα προσέγγιση στην εκπαίδευση με πολλά θετικά στοιχεία, υπάρχουν ακόμα αρκετά ανεξερεύνητα πεδία, που αφήνουν χώρο για επιπλέον έρευνα (Sattler, Spyridakis, Dalal, & Ramey, 2010).

Η διδασκαλία του αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος

Η μελέτη των συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού στο Δημοτικό σχολείο ξεκινά από τη Δ' τάξη, στο μάθημα "Μελέτη περιβάλλοντος" (Κόκκοτας κ.ά., 2006). Αντίστοιχα, στην Ε' τάξη γίνεται διδασκαλία του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου (Αποστολάκης κ.ά., 2006α). Όσον αφορά το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα, που ενδιαφέρουν την παρούσα εργασία, αυτά διδάσκονται στη Στ' τάξη, στο μάθημα "Ερευνώ και ανακαλύπτω", στις ενότητες 7 και 8 (Αποστολάκης κ.ά., 2006β).

Αναφορικά με τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, φαίνεται ότι αρκετές βιολογικές λειτουργίες και φαινόμενα τους δυσκολεύουν ιδιαίτερα. Αυτό ισχύει και για τον τρόπο που λειτουργεί το ανθρώπινο σώμα, γεγονός το οποίο ίσως να οφείλεται στο ότι πρόκειται για σύνθετα συστήματα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Buckley, 2000). Αρκετοί μαθητές φαίνεται να δυσκολεύονται να συσχετίσουν τα όργανα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους· δυσκολεύονται δηλαδή να αντιληφθούν τα όργανα ως μέρη συστημάτων, καθώς αυτά θεωρούνται μεμονωμένα στοιχεία του σώματος (Reiss & Tunnicliffe, 2001).

Όσον αφορά το αναπνευστικό σύστημα, αρκετοί μαθητές συμπεριλαμβάνουν στα όργανα του αναπνευστικού συστήματος κι άλλα όργανα, όπως το στομάχι (Garcia-Barros, Martínez-Losada, & Garrido, 2011). Οι πνεύμονες συχνά απεικονίζονται από τους μαθητές στο άνω μέρος του σώματος (θωρακική κοιλότητα ή λαιμό), αλλά πολλές φορές είναι αρκετά μικρότεροι από το πραγματικό τους μέγεθος (Mintzes, 1984). Οι Tracana et al. (2012) κατέγραψαν διάφορες σχετικές αντιλήψεις, όπως απεικόνιση μόνο ενός πνεύμονα ή δύο πνευμόνων οι οποίοι δεν συνδέονται μεταξύ τους, ενός πνεύμονα με έναν μόνο αγωγό ή δύο πνεύμονες με δύο ξεχωριστούς αγωγούς. Τέλος, οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι ο αέρας που εισπνέουν παραμένει στην περιοχή του κεφαλιού ωστόσο εκπνεύσονται (Allen, 2014; Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994; Nagy, 1953).

Παρόμοια είναι η κατάσταση και όσον αφορά το κυκλοφορικό σύστημα, αφού οι μαθητές έχουν αρκετές εναλλακτικές ιδέες σχετικά με το μέγεθος και το σχήμα της καρδιάς· συχνά σχεδιάζουν την καρδιά με σωστές αναλογίες, ως προς το μέγεθός της (Mintzes, 1984), αλλά χρησιμοποιώντας το γνωστό σύμβολο της καρδιάς, όπως αυτό παρουσιάζεται στην καθημερινότητα (Gatt & Saliba, 2006; Mintzes, 1984). Σχετικά με την εσωτερική δομή της καρδιάς, πολλοί μαθητές επιλέγουν μια απεικόνιση με τρεις κοιλότητες (Arnaudín & Mintzes, 1985; Windschitl, 1995).

Επιπλέον, υπάρχουν αρκετές αντιλήψεις όσον αφορά τη δομή και λειτουργία της καρδιάς. Αρκετοί μαθητές συμπεριλαμβάνουν στις λειτουργίες της καρδιάς και διαδικασίες, όπως το καθάρισμα και φιλτράρισμα του αίματος, την παραγωγή αίματος κ.ά. (Özgül, 2013). Άλλη μία αντίληψη έχει σχέση με την κυκλοφορία του αίματος και την απεικόνιση του κυκλοφορικού συστήματος ως κλειστού συστήματος: η ποσότητα του αίματος παραμένει σταθερή, αλλά το αίμα κινείται προς δύο κατευθύνσεις μέσα στον ίδιο αγωγό (Chi, Chiu & DeLeeuw, 1991).

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω, οι μαθητές φαίνεται να δυσκολεύονται να συσχετίσουν το αναπνευστικό και με το κυκλοφορικό σύστημα, καθώς το πέρασμα του οξυγόνου από τους πνεύμονες στο αίμα και του διοξειδίου του άνθρακα από το αίμα στους πνεύμονες δεν αναφέρεται καθόλου (Tracana et al., 2012). Σε έρευνα σχετικά με τη ροή του αίματος στο σώμα, οι μαθητές στην πλειοψηφία τους επέλεξαν το μοντέλο, όπου το αίμα ρέει από την καρδιά στα άκρα του σώματος και ξανά πίσω στην καρδιά, χωρίς να συμπεριλάβουν τη ροή του αίματος προς τους πνεύμονες (Windschitl, 1995).

Σκοπός, ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας και μέθοδος

Η αξιοποίηση της κινητής μάθησης στη διδασκαλία των ΦΕ φαίνεται να έχει ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Sun, Looi, Wu, & Xie, 2016). Η χρήση εφαρμογών φορητών συσκευών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό και για τη διδασκαλία εννοιών και φαινομένων της Βιολογίας (Crompton, Burke, Gregory, & Gräbe, 2016). Χαρακτηριστικά, στην έρευνά τους, οι Fokides και Atsikpasi (2016) χρησιμοποίησαν μία εφαρμογή για ταμπλέτες με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας για τη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης και άλλων διαδικασιών σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών, με θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την επίδοση των μαθητών. Ειδικότερα, όσον αφορά τη διδασκαλία της ανατομίας, η χρήση φορητών συσκευών και εφαρμογών με 3D απεικονίσεις έχει θετικά αποτελέσματα στη διδασκαλία στοιχείων ανατομίας (Wilkinson & Barter, 2016).

Λαμβάνοντας υπόψη από τη μία το ενδιαφέρον εκπαιδευτικό δυναμικό των ταμπλετών και, από την άλλη, τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση της λειτουργίας των διαφόρων

συστημάτων του ανθρώπινου σώματος, γεννήθηκε ο προβληματισμός για το κατά πόσο οι ταμπλέτες θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αντιμετώπιση αυτού του θέματος. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα που είχε ως σκοπό να εξετάσει ακριβώς αυτό. Ως διδακτικό αντικείμενο επιλέχθηκαν το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα, γιατί, όπως φάνηκε στην προηγούμενη ενότητα, σε αυτά τα δύο συστήματα οι μαθητές αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα κατανόησης. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν τα εξής:

- E1: Έχει μία εφαρμογή με 3D μοντέλα και στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με το ανθρώπινο αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα, συγκριτικά με τη συμβατική διδασκαλία;
- E2: Είναι η διατηρησιμότητα των γνώσεων των μαθητών που χρησιμοποιούν ταμπλέτες μεγαλύτερη σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο;
- E3: Διαμορφώνουν οι μαθητές θετικές στάσεις και απόψεις για τη διδασκαλία τους μέσω ταμπλετών;

Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος πειράματος πεδίου με εκπαιδευτική παρέμβαση που διενεργήθηκε σε δύο ομάδες, πειραματική και ελέγχου. Το πιλοτικό πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε δύο γειτονικά δημόσια δημοτικά σχολεία της Καλύμνου, Νοέμβριο-Δεκέμβριο του 2016 και συμμετείχαν αρχικά 56 μαθητές της Στ' τάξης. Πρέπει να σημειωθεί ότι και στα δύο σχολεία υπήρχαν δεν υπήρχαν μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Για τις ανάγκες της έρευνας το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες (κάθε σχολείο αντιπροσώπευε μία ομάδα), την πειραματική ομάδα στην οποία συμμετείχαν οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τις ταμπλέτες στη διδασκαλία τους και την ομάδα ελέγχου, στην οποία συμμετείχαν οι μαθητές που διδάχθηκαν με συμβατικό τρόπο. Πριν από την πραγματοποίηση των παρεμβάσεων ενημερώθηκαν οι γονείς των μαθητών για τους σκοπούς της έρευνας και για τις διαδικασίες και ζητήθηκε η συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Επίσης, ενημερώθηκαν οι εκπαιδευτικοί για τις διαδικασίες και τη μέθοδο διεξαγωγής των μαθημάτων. Επίσης, τους ζητήθηκε να μην διδάξουν τις ενότητες που περιλάμβανε το πιλοτικό πρόγραμμα σε άλλες χρονικές στιγμές. Πρέπει να σημειωθεί ότι και οι δύο είχαν περίπου δεκαετή διδακτική εμπειρία, όπως κι ότι ήταν εξοικειωμένοι με ομαδοσυνεργατικά σχήματα διδασκαλίας, κάτι που συνέβαλλε στην ομαλή διεξαγωγή των μαθημάτων.

Ερευνητικός σχεδιασμός

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτενής αναζήτηση στο Διαδίκτυο και σε ηλεκτρονικά καταστήματα εφαρμογών για ταμπλέτες (AppStore και Google Play) για την εύρεση της καταλληλότερης εφαρμογής για την πραγματοποίηση της έρευνας. Για το λόγο αυτό, οργανώθηκαν ορισμένα κριτήρια με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία (ενδεικτικά, Ardito et al., 2006; Pengcheng, Mingquan & Xuesong, 2011; Zhang & Adipat, 2005; Zydney & Warner, 2016): να περιλαμβάνει στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας, να παρέχει 3D απεικόνιση των συστημάτων, να παρέχει τη δυνατότητα περιστροφής των μοντέλων, οι πληροφορίες να είναι επιστημονικά ορθές και κατάλληλες για την ηλικία των μαθητών, να είναι εύκολη στη χρήση, να παρέχει ευχάριστο περιβάλλον και γραφικά, να περιλαμβάνει ερωτήσεις και τεστ για την αυτοαξιολόγηση των μαθητών, να αναδεικνύει τη σχέση ανάμεσα στο αναπνευστικό και κυκλοφορικό σύστημα και να είναι διαθέσιμη για iOS και Android. Από την αναζήτηση, προέκυψε ότι υπάρχουν αρκετές εφαρμογές που να παρουσιάζουν θέματα ανατομίας του ανθρώπινου σώματος. Όμως, οι περισσότερες είτε εστίαζαν στην απεικόνιση παρέχοντας ελάχιστες πληροφορίες είτε παρείχαν περίπλοκες πληροφορίες που ξεπερνούσαν κατά πολύ το επίπεδο του δημοτικού σχολείου. Εξαιτίας των παραπάνω, επιλέχθηκε τελικά η εφαρμογή Anatomy-The human body, της εταιρείας Arloon (<http://www.arloon.com>) το περιεχόμενο της οποίας συμβαδίζει και με τα ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ για τη διδασκαλία του συγκεκριμένου αντικειμένου.

Η εφαρμογή αυτή αξιοποιεί τόσο 3D περιστρεφόμενα μοντέλα, όσο και στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας. Το στοιχείο που καθιστά την εφαρμογή αυτή κατάλληλη για την έρευνα είναι ο τρόπος που απεικονίζει τη σχέση αναπνευστικού και κυκλοφορικού συστήματος. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στον 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), καθιστώντας, με τον τρόπο αυτό, σαφή τη σχέση των συστημάτων (Εικόνες 1-3). Παράλληλα, η εφαρμογή, αξιοποιώντας το στοιχείο της επαυξημένης πραγματικότητας, μπορεί να εμφανίσει τα 3D αντικείμενα (για παράδειγμα, ένα σύστημα) στον πραγματικό χώρο (για παράδειγμα, επάνω σε έναν μαθητή) οπτικοποιώντας ακόμα καλύτερα το προς διδασκαλία θέμα.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της εφαρμογής, είναι το ότι περιλαμβάνει παρουσίαση των πληροφοριών σε δύο επίπεδα, ένα συνοπτικό και ένα πιο αναλυτικό. Επίσης, κάτι που καθόρισε σε μεγάλο βαθμό το διδακτικό σχήμα που ακολουθήθηκε, είναι ότι περιλαμβάνει ερωτήσεις εξάσκησης και ελέγχου γνώσεων. Έτσι, θεωρήθηκε ότι μπορεί να λειτουργήσει ως ένα πλήρες πακέτο μαθημάτων.

Η σημαντικότερη δυσκολία που παρουσιάστηκε, ήταν το γεγονός ότι η εφαρμογή που επιλέχθηκε δεν ήταν διαθέσιμη στα ελληνικά. Επομένως, για να γίνει δυνατή η αξιοποίησή της στη διδασκαλία, έπρεπε να μεταφραστεί. Έπειτα από συνεννόηση με την εταιρεία στην οποία ανήκει η συγκεκριμένη εφαρμογή, δόθηκε άδεια και ο πηγαίος κώδικας και πραγματοποιήθηκε η μετάφρασή της στα ελληνικά. Η διαδικασία κράτησε περίπου δύο μήνες.

Το επόμενο βήμα ήταν η επιλογή των γνωστικών αντικειμένων. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν το αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα, τα οποία διδάσκονται στην Στ' τάξη και που, όπως φάνηκε σε προηγούμενη ενότητα, δυσκολεύουν αρκετά τους μαθητές. Οι διδασκαλίες οργανώθηκαν σε τέσσερα διδακτικά δίωρα:

- Τα πρώτα δύο αφορούσαν τα όργανα του ανθρώπινου αναπνευστικού συστήματος και τις λειτουργίες τους, καθώς και τη διαδικασία της αναπνοής.
- Τα δύο τελευταία αφορούσαν τα όργανα του κυκλοφορικού συστήματος και τις λειτουργίες τους και κυρίως τη μικρή και τη μεγάλη κυκλοφορία του αίματος και τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο αναπνευστικό και το κυκλοφορικό σύστημα.

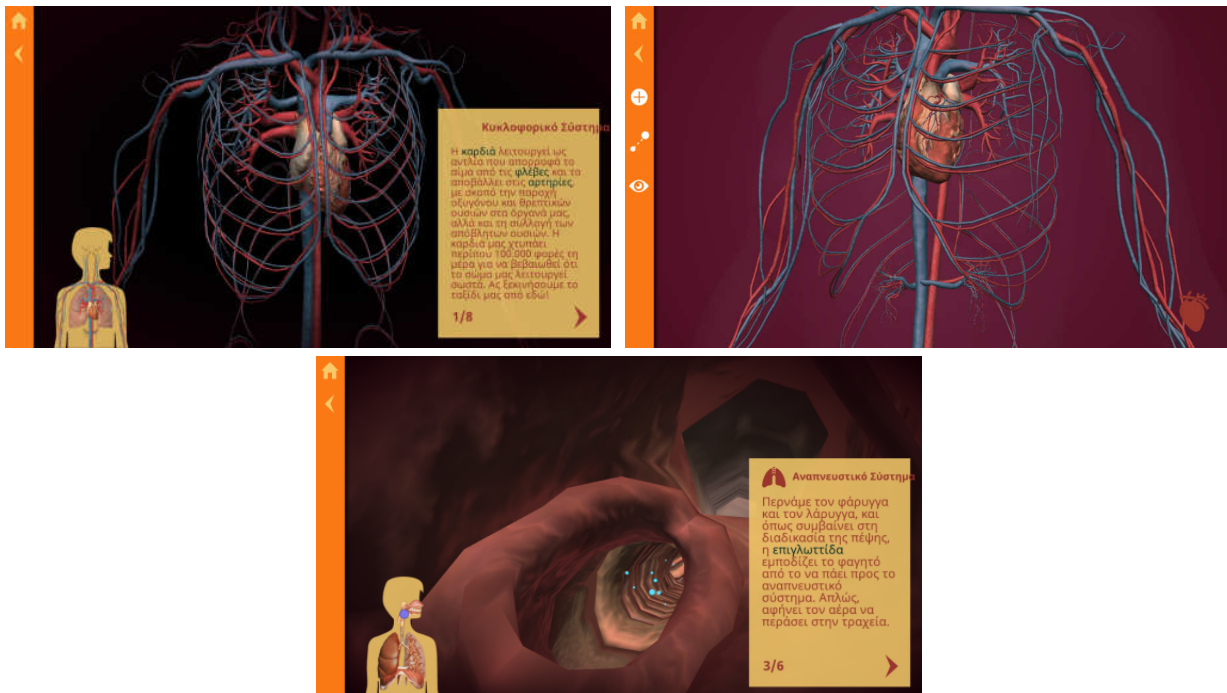
Η βιβλιογραφία προτείνει την ομαδική εργασία των μαθητών για τη διδασκαλία των ΦΕ (Harlen & Qualter, 2014). Έτσι, αποφασίστηκε οι μαθητές να εργαστούν χωρισμένοι σε ζευγάρια, όπου το κάθε ζευγάρι είχε στη διάθεσή του από μία ταμπλέτα. Επίσης, αποφασίστηκε οι ταμπλέτες και η εφαρμογή να αντικαταστήσουν πλήρως το σχολικό εγχειρίδιο, εφόσον, όπως ήδη αναφέρθηκε, η εφαρμογή περιλάμβανε τα περισσότερα στοιχεία μίας τυπικής διδασκαλίας (παροχή γνώσεων και ασκήσεις εξάσκησης-αυτο-αξιολόγησης). Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών, η αυξημένη αυτονομία τους και ο έλεγχος από αυτούς της μαθησιακής τους πορείας θεωρήθηκαν, επίσης, σημαντικά στοιχεία (Clarke & Svanaes, 2014; Wilkinson & Barter, 2016). Έτσι, η κάθε διδασκαλία περιλάμβανε τις εξής φάσεις, που αποτελούν παραλλαγή του γνωστού μοντέλου 5E (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scatter, Carlson-Powell, Westbrook, & Landes, 2006): (α) εμπλοκή των μαθητών με το νέο γνωστικό αντικείμενο με συζήτηση και σύντομες δραστηριότητες, (β) χρήση της εφαρμογής για την εξερεύνηση και τη μελέτη του γνωστικού υλικού, (γ) εφαρμογή των γνώσεων που αποκτήθηκαν χρησιμοποιώντας φύλλα εργασίας 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. Ο δάσκαλος της τάξης διευκόλυνε τη διαδικασία, ξεκινώντας τη συζήτηση πάνω σε ένα θέμα (πρώτη και τρίτη φάση) και συμμετέχοντας σε αυτή και παρέχοντας τεχνική υποστήριξη αν υπήρχε κάποιο πρόβλημα.

Για να είναι δυνατή η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων του παραπάνω διδακτικού σχήματος, αποφασίστηκε το ίδιο γνωστικό υλικό να διδαχθεί με διαφορετικό τρόπο σε μία ακόμα ομάδα μαθητών. Η ομάδα αυτή ναι μεν διδάχθηκε με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη διδασκαλία, αλλά δεν έκανε χρήση ταμπλέτας ή κάποιου άλλου τεχνολογικού εργαλείου. Για λόγους συμβατότητας, κατασκευάστηκαν παρουσιάσεις που περιλάμβαναν 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. Τα φύλλα εργασιών ήταν τα ίδια με αυτά της προηγούμενης ομάδας, το ίδιο και οι ασκήσεις που δόθηκαν για εξάσκηση και αυτο-αξιολόγηση.

Το διδακτικό σχήμα που ακολουθήθηκε σε αυτή την ομάδα, στηρίχθηκε στο κονστрукτιβιστικό μοντέλο διδασκαλίας (Driver & Oldham, 1986). Σύμφωνα με αυτό, υπάρχουν πέντε διακριτές φάσεις διδασκαλίας: (α) στη φάση του προσανατολισμού γινόταν μία εισαγωγική συζήτηση για το νέο γνωστικό αντικείμενο, 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 (αναδόμησης) των ιδεών οι μαθητές μελετούσαν τα σχετικά κείμενα από το εγχειρίδιο, (δ) στη φάση της εφαρμογής των ιδεών σε νέες καταστάσεις οι μαθητές εργάζονταν με τα φύλλα εργασίας (ενδεικτικά ένα τέτοιο φύλλο εργασίας παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι) και (ε) στη φάση του αναστοχασμού οι μαθητές συμπλήρωναν φύλλα που περιλάμβαναν ασκήσεις όμοιες με αυτές της εφαρμογής, συζητώντας τις απόψεις τους.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και φύλλα αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν pre-tests (για να ελεγχθούν οι πρότερες γνώσεις των μαθητών), φύλλα

αξιολόγησης (ένα για κάθε διδασκαλία), delayed post-tests που χορηγήθηκαν περίπου δεκαπέντε μέρες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (για να ελεγχθεί η διατηρησιμότητα των γνώσεων) και για την Ομάδα 2 ερωτηματολόγιο καταγραφής των εντυπώσεών τους σχετικά με την χρήση των ταμπλετών και της εφαρμογής.



Εικόνες 1-3. Στιγμιότυπα από την εφαρμογή

Τα pre-tests, delayed post-tests και τα φύλλα αξιολόγησης ήταν διαρθρωμένα έτσι ώστε να εφαρμοστούν δύο βασικές αρχές. Αφενός, να καλύπτουν ολόπλευρα το προς διδασκαλία θέμα, αφετέρου να υπάρχει κλιμάκωση της δυσκολίας στα ερωτήματα που τέθηκαν. Οι ερωτήσεις ήταν κυρίως κλειστού τύπου, δηλαδή, πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενών, συμπλήρωσης πινάκων, αντιστοίχισης και χαρακτηρισμού προτάσεων. Όμως, αξίζει να αναφερθεί ότι περιλαμβάνονταν και ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Ενδεικτικά, στο Παράρτημα II, παρουσιάζεται ένα τέτοιο φύλλο αξιολόγησης. Το ερωτηματολόγιο καταγραφής εντυπώσεων ήταν αρκετά σύντομο και περιλάμβανε δώδεκα ερωτήσεις τύπου Likert σε πενταβάθμια κλίμακα και δύο ανοιχτού τύπου.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι στην ομάδα των μαθητών που χρησιμοποίησε τις ταμπλέτες, αφιερώθηκε μία διδακτική ώρα πριν την πραγματοποίηση των διδασκαλιών, στην οποία δόθηκαν οι ταμπλέτες στους μαθητές, ώστε να εξοικειωθούν με τις βασικές λειτουργίες τόσο των ταμπλετών όσο και της εφαρμογής (χωρίς να διδαχθούν κάποιο από τα γνωστικά αντικείμενα που περιλάμβανε).

Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων εξαιρέθηκαν όσοι μαθητές απουσίαζαν σε μία ή παραπάνω διδασκαλίες. Έτσι το τελικό δείγμα ήταν 50 μαθητές, χωρισμένων συμβατικά, ενώ η Ομάδα2 διδάχθηκε με τη χρήση των ταμπλετών. Η κατανομή αγοριών και κοριτσιών και στις δύο ομάδες ήταν περίπου ίση (12 κορίτσια και 13 αγόρια στην Ομάδα1 και 14 κορίτσια και 11 αγόρια στην Ομάδα2). Τα pre-tests, φύλλα αξιολόγησης και delayed post-tests 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			
	Ομάδα 1 (N = 25)		Ομάδα 2 (N = 25)	
	M	SD	M	SD
Pre-test	15,80	3,23	16,32	3,06
Φύλλο αξιολόγησης 1	15,88	3,59	17,92	2,20
Φύλλο αξιολόγησης 2	14,72	4,62	17,80	1,91
Delayed post-test	26,44	5,14	30,68	3,61

Αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν, προκειμένου να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών στα φύλλα αξιολόγησης και με βάση τις 2 ομάδες που συμμετείχαν. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι:

- Όλες οι ομάδες σε όλες τις δραστηριότητες είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων (N = 25).
- Στη βαθμολογία όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers).
- Τα δεδομένα σχεδόν σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης δεν είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p > 0,05$).
- Η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε κάποιες περιπτώσεις, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ($p > 0,05$).

Εφόσον τα δεδομένα δεν είχαν κανονική κατανομή και σε αρκετές περιπτώσεις είχε παραβιαστεί η προϋπόθεση της ομοσκεδαστικότητας, αποφασίστηκε η διεξαγωγή του Kruskal-Wallis H test, που είναι μη-παραμετρικό τεστ. Παρόλο που το τεστ αυτό δεν προϋποθέτει κανονική κατανομή δεδομένων, εντούτοις προϋποθέτει ότι τα δεδομένα στις ομάδες ακολουθούν παρόμοιοι σχήματος κατανομές (Corder & Foreman, 2009; Siegel & Castellan, 1988), όπως και στην προκειμένη περίπτωση. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Kruskal-Wallis H test

	Αποτέλεσμα	Ερμηνεία
Pre-test	$H(2) = 0,975, p = 0,614$	ΜΣ
Φύλλο αξιολόγησης 1	$H(2) = 14,18, p = 0,001$	Το mean rank score της Ομάδας1 (21, 04) ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από αυτό της Ομάδας2 (29,96)
Φύλλο αξιολόγησης 2	$H(2) = 24,25, p < 0,001$	Το mean rank score της Ομάδας1 (20,66) ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από αυτό της Ομάδας2 (30,34)
Delayed post-test	$H(2) = 21,30, p < 0,001$	Το mean rank score της Ομάδας1 (19,24) ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από αυτό της Ομάδας2 (31,76)

Σημείωση: ΜΣ = μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Συνοψίζοντας:

- Οι δύο ομάδες είχαν το ίδιο αρχικό επίπεδο γνώσεων, εφόσον στο pre-test δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Συνεπώς, ό,τι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν στα επόμενα φύλλα αξιολόγησης οφείλονται στη διαφορετική μέθοδο διδασκαλίας μεταξύ των ομάδων.
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 1, η Ομάδα 2 είχε καλύτερες επιδόσεις από την Ομάδα 1.
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 2, η Ομάδα 2 είχε καλύτερες επιδόσεις από την Ομάδα 1.
- Στο Delayed post-test, η Ομάδα 2 είχε καλύτερες επιδόσεις από την Ομάδα 1.

Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, φάνηκε ότι οι μαθητές αποκόμισαν πολύ θετικές εντυπώσεις από τη χρήση της εφαρμογής και των ταμπλετών στη διδασκαλία, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου εντυπώσεων

Ερώτηση	M	SD
Πόσο σου άρεσε η εφαρμογή (γενικά);	4,60	0,70
Πόσο σου άρεσαν τα "ταξίδια" στο ανθρώπινο σώμα; (στοιχείο της εφαρμογής με 3D animation)	4,36	0,81
Πόσο σου άρεσαν τα 3D αντικείμενα;	4,48	0,77
Πόσο σου άρεσαν τα χρώματα της εφαρμογής;	4,04	0,79
Πόσο σου άρεσαν τα animation (εμφάνιση και κινήσεις, εξαιρουμένων των 3D);	4,36	0,86
Πόσο σου άρεσε η δυνατότητα εξαφάνισης ή εμφάνισης των οργάνων; (στοιχείο της εφαρμογής που επέτρεπε την εμφάνιση πολλαπλών συστημάτων ώστε να είναι ορατή η σύνδεσή τους)	4,20	0,91
Πόσο σου άρεσαν οι πληροφορίες που βρήκες;	4,16	0,90
Πόσο σου άρεσε το ότι δούλεψες σε ομάδες;	4,64	0,64
Η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση της;	4,52	0,71
Θα έλεγες ότι η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι;	3,96	0,93
Σου άρεσε που έπαιζες και μάθαινες ταυτόχρονα;	4,64	0,70
Θα ήθελες να χρησιμοποιήσεις ξανά την εφαρμογή;	4,80	0,58

Όσον αφορά τις ανοιχτές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, αυτές αφορούσαν τα στοιχεία που δυσκόλευαν τους μαθητές και τα στοιχεία που τους άρεσαν λιγότερο. Σχετικά με τα στοιχεία που δυσκόλευαν, οι 21 από τους 25 (84%) απάντησαν ότι δεν υπήρξε κάτι που να τους δυσκόλευε, οι υπόλοιποι απάντησαν ότι τους δυσκόλευε η πολυπλοκότητα της διαδρομής του αίματος. Όσον αφορά την ερώτηση σχετικά με τα στοιχεία που δεν άρεσαν στους μαθητές, σχεδόν στο σύνολό τους απάντησαν ότι δεν υπήρξε κάτι που να μην τους άρεσε, ενώ μόλις 2 μαθητές απάντησαν ότι δεν τους άρεσε η μικρή και η μεγάλη κυκλοφορία.

Συζήτηση

Από την ανάλυση των δεδομένων, φάνηκε ότι, σε όλες τις περιπτώσεις, οι μαθητές που έκαναν χρήση της εφαρμογής είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους μαθητές που διδάχθηκαν συμβατικά. Τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν με παρόμοιες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι οποίες συγκρίναν συμβατικά μέσα διδασκαλίας με διδασκαλίες που αξιοποιούν ταμπλέτες στη τάξη και κατέληξαν ότι οι επιδόσεις των μαθητών που χρησιμοποίησαν τέτοια εργαλεία ήταν καλύτερες σε σχέση με τις επιδόσεις των μαθητών που διδάχθηκαν με συμβατικά (ενδεικτικά, Fokides & Atsikpasi, 2016; Furió, Juan, Seguí & Vivó, 2015). Μία σειρά στοιχείων μπορεί να έπαιξαν ρόλο στο παραπάνω αποτέλεσμα. Κατά πρώτον, η χρήση των ταμπλετών και της εφαρμογής φάνηκε ότι έδωσε κίνητρο στους μαθητές για την ενεργή εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Αυτό γιατί οι μαθητές δήλωσαν ότι τους άρεσε το γεγονός ότι η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι, στοιχείο που ενισχύει τα κίνητρα για μάθηση όπως επεσήμαναν κι άλλοι ερευνητές (ενδεικτικά, Hsu & Ching, 2013; Martin & Ertzberger, 2013). Επίσης, στους μαθητές άρεσε το γεγονός ότι έπαιζαν και μάθαιναν ταυτόχρονα, γεγονός που συμφωνεί με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη σχέση παιγνιώδους μάθησης και εφαρμογών με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας (Klopfer & Squire, 2008; Schmitz, Specht, & Klemke, 2012; Specht, Ternier & Greller, 2011). Οι μαθητές δήλωσαν ότι τους άρεσε η εργασία σε ομάδες, η οποία ενισχύεται με τη χρήση ταμπλετών στη διδασκαλία (Murphy, 2011; Rossing et al., 2012). Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι μαθητές θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ξανά την εφαρμογή και τις ταμπλέτες στη διδασκαλία. Πράγματι, οι θετικές εντυπώσεις των μαθητών είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή αξιοποίηση των εργαλείων αυτών στη διδασκαλία (Furió et al., 2015; Görhan, Öncü, & Şentük, 2014). Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, η εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε περιείχε, εκτός από 3D απεικονίσεις, και στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές μπορούσαν να επιλέξουν αν θα χρησιμοποιούσαν τις κάρτες (δείκτες) ή όχι. Οι μαθητές δήλωσαν ότι τους άρεσαν πολύ τα στοιχεία αυτά της εφαρμογής (animation, κινήσεις και εμφάνιση σε επαυξημένη πραγματικότητα), αλλά και το γεγονός ότι έπαιζαν και μάθαιναν ταυτόχρονα, γεγονός που συμφωνεί με σχετικές έρευνες (Dündar & Akçayır, 2014; Kinash et al., 2012), που υποστηρίζουν ότι η χρήση ταμπλετών και εφαρμογών με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας κάνουν τη μαθησιακή διαδικασία πιο διασκεδαστική.

Η εφαρμογή φάνηκε επίσης να ενισχύει την εμπειρική μάθηση (Bidin & Ziden, 2013), αφού οι μαθητές "βίωναν" εικονικά τις διαδρομές της αναπνοής και του αίματος, γεγονός που τελικά οδήγησε σε καλύτερες επιδόσεις (Al-Mashaqbeh & Al Shurman, 2015; Sloan, 2012). Επίσης, η καλύτερη οπτικοποίηση των συστημάτων (με 3D μοντέλα και animation) μπορεί και αυτή να έπαιξε ρόλο στη διαφορά των επιδόσεων των ομάδων (Dunleavy et al., 2009; FitzGerald, Taylor & Craven, 2013; Specht et al., 2011). Η Ομάδα2 είχε τη δυνατότητα να μελετήσει το σχήμα και τη δομή των διάφορων οργάνων μέσα από 3D απεικονίσεις και μοντέλα, στις οποίες μπορούσαν να εστιάσουν (zoom in και zoom out) και να περιστρέψουν, για καλύτερη παρατήρηση. Επιπλέον, ο συνδυασμός των απεικονίσεων αυτών με διαδραστικά κείμενα και πληροφορίες φαίνεται ότι επηρέασε και αυτός θετικά την επίδοση των μαθητών (Alyahya & Gall, 2012; Hahn & Bussell, 2012). Έτσι, οι βιωματικές εικονικές εμπειρίες και απεικονίσεις που προσέφερε η εφαρμογή, φαίνεται να συνέβαλαν θετικά στην καλύτερη κατανόηση πολύπλοκων διαδικασιών, όπως είναι η μικρή και η μεγάλη κυκλοφορία, αφού η Ομάδα2 παρουσίασε καλύτερη επίδοση στο συγκεκριμένο θέμα (Billinghurst & Dünser, 2012). Τέλος, αυτού του είδους η οπτικοποίηση ίσως να βοήθησε και στη μακροπρόθεσμη διατήρηση των γνώσεων, αφού οι μαθητές της Ομάδας2 είχαν πολύ καλύτερη επίδοση σε σχέση με τους μαθητές της άλλης ομάδας (Ferdousi & Bari, 2015; Sloan, 2012).

Επιπλέον, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να μελετήσουν τα στοιχεία της εφαρμογής με το ρυθμό που εκείνοι επιθυμούσαν (learning at my own pace). Όποιες ομάδες ήθελαν, μπορούσαν να πραγματοποιήσουν οποιαδήποτε από τις ασκήσεις αυτό-αξιολόγησης που προσφέρει η εφαρμογή, είχαν τη δυνατότητα να διαβάσουν τις πληροφορίες, να εξαφανίσουν στοιχεία και να παρατηρήσουν τα όργανα και τα συστήματα από πολλές οπτικές γωνίες, χωρίς καμία καθοδήγηση. Ήταν, δηλαδή, οι ίδιοι υπεύθυνοι για το ρυθμό της μάθησης και έλεγχαν οι ίδιοι τη διαδικασία: η αυξημένη αυτονομία στην επίτευξη ικανοποιητικών μαθησιακών αποτελεσμάτων έχει επισημανθεί και από άλλους ερευνητές (Clarke & Svanaes, 2014; Kearney et al., 2012; Wilkinson & Barter, 2016).

Ένα ακόμα στοιχείο που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι οι ταμπλέτες και η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια ενός σύγχρονου μοντέλου διδασκαλίας για τις ΦΕ που στηρίζεται στις εποικοδομητικές απόψεις για τη μάθηση (Bybee et al., 2006). Παράλληλα, έγινε συνδυασμός της διδασκαλίας στην τάξη με κινητή μάθηση (blended learning). Η προσέγγιση της μεικτής μάθησης είχε θετικά αποτελέσματα στη μαθησιακή διαδικασία, γεγονός που συμφωνεί με την αντίστοιχη βιβλιογραφία (Bidin & Ziden, 2013; Ozdamli, 2012). Ο συνδυασμός παισιωμένης μάθησης (συγκεκριμένο μοντέλο διδασκαλίας, εργασία σε ομάδες, διάλογος, κτλ.) με την οπτικοποίηση που προσέφερε η εφαρμογή είχε θετική επίδραση στη διδασκαλία και στις επιδόσεις των μαθητών (Rossing et al., 2012).

Τέλος, οι μαθητές, στην πλειοψηφία τους, δήλωσαν ότι δεν υπήρξε κάτι που να τους δυσκόλεψε σχετικά με τον χειρισμό των ταμπλετών και της εφαρμογής, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι μαθητές ήταν ήδη εξοικειωμένοι με τη χρήση τους και δεν αντιμετώπισαν τεχνικά και χρηστικά προβλήματα (Göthan et al., 2014).

Ένα θέμα που προέκυψε ήταν η επιλογή της κατάλληλης εφαρμογής. Φάνηκε ότι, παρόλο που υπάρχουν αρκετές εφαρμογές στο συγκεκριμένο θέμα, μία μόνο κρίθηκε κατάλληλη για την έρευνα, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη για κατασκευή εκπαιδευτικών εφαρμογών κατάλληλων για χρήση στη διδασκαλία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την καλύτερη συνεργασία εκπαιδευτικών με τους κατασκευαστές τέτοιων λογισμικών, ώστε εργαλεία, όπως οι ταμπλέτες, να μπορούν να ενσωματωθούν με μεγαλύτερη επιτυχία στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Προεκτάσεις και περιορισμοί της έρευνας

Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, μπορούν να οδηγήσουν σε ορισμένες προεκτάσεις σχετικά με τη χρήση των ταμπλετών στη διδασκαλία:

- Οι μαθητές έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση των ταμπλετών στη διδασκαλία, επομένως η αξιοποίηση τέτοιων εργαλείων είναι θεμιτή.
- Η χρήση των ταμπλετών φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα όταν εντάσσεται σε κάποιο πλαίσιο διδασκαλίας, όπως για παράδειγμα τα 5E (Bybee et al., 2006).
- Το γεγονός ότι οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες με τις ταμπλέτες (ομαδοσυνεργατική διδασκαλία) φαίνεται να έχει θετική επίδραση στις επιδόσεις τους.
- Είναι σημαντικό οι μαθητές να έχουν αρκετό χρόνο στη διάθεσή τους, ώστε να χρησιμοποιούν τις ταμπλέτες με το δικό τους ρυθμό.

- Η επιλογή του αντικειμένου που διδάσκεται σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της χρήσης των ταμπλετών στη διδασκαλία· η οπτικοποίηση που μπορούν να προσφέρουν έχει μεγαλύτερη επίδραση σε θέματα που συμβατικά μέσα και απεικονίσεις δεν αποδίδουν σε μεγάλο βαθμό.

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς. Το δείγμα της (50 μαθητές) θεωρείται σχετικά μικρό και δεν είναι δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, ο αριθμός των διδασκαλιών που πραγματοποιήθηκαν ήταν περιορισμένος, γεγονός που οφείλεται στην επιλογή των συγκεκριμένων θεμάτων διδασκαλίας και λόγω των περιορισμών που επέβαλαν τα σχολεία και οδήγησε σε περιορισμένη διάρκεια του προγράμματος. Τέλος, στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν μόνο ερωτηματολόγιο και φύλλα αξιολόγησης ως μέσα συλλογής των δεδομένων.

Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες προκειμένου να ερευνηθεί σε βάθος η επίδραση των ταμπλετών στη διδασκαλία. Έτσι, έρευνες μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών, ώστε να υπάρχει δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Σχετικές έρευνες μπορούν να πραγματοποιηθούν και για την αξιοποίηση των ταμπλετών και σε άλλες τάξεις και εκπαιδευτικές βαθμίδες. Επιπλέον, μπορούν να πραγματοποιηθούν μελέτες σχετικά και με άλλα θέματα και φαινόμενα των ΦΕ, οι οποίες θα αξιοποιούν περισσότερες διδακτικές παρεμβάσεις. Η αξιοποίηση και άλλων ερευνητικών εργαλείων (για παράδειγμα συνεντεύξεις και παρατήρηση) θα επιτρέψει τη συλλογή μεγαλύτερου εύρους ερευνητικών δεδομένων. Τέλος, θα ήταν ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί πιο εστιασμένη μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού.

Σε κάθε περίπτωση και παρά τους περιορισμούς, από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι εργαλεία, όπως οι ταμπλέτες, σε συνδυασμό με τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, παρέχουν αρκετές νέες ευκαιρίες στην εκπαίδευση και τη μαθησιακή διαδικασία. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι και οι ίδιοι οι μαθητές έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση τέτοιων μέσων. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα της αξιοποίησης αυτών των εργαλείων και τεχνολογιών, ώστε να εξερευνηθούν σε μεγαλύτερο βαθμό οι δυνατότητες που προσφέρουν.

Βιβλιογραφία

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.
- Allen, M. (2014). *Misconceptions in primary science*. Berkshire, UK: Open University Press.
- Al-Mashaqbeh, I., & Al Shurman, M. (2015). The adoption of tablet and e-textbooks: first grade core curriculum and school administration attitude. *Journal of Education and Practice*, 6(21), 188-194.
- Alyahya, S., & Gall, J. E. (2012). iPads in education: A qualitative study of students' attitudes and experiences. In T. Amiel, & B. Wilson (Eds.), *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2012* (pp. 1266-1271). Chesapeake, VA: AACE.
- Ardito, C., Costabile, M. F., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Roselli, T., & Rossano, V. (2006). An approach to usability evaluation of e-learning applications. *Universal Access in the Information Society*, 4(3), 270-283.
- Arnaudin, M. W., & Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross-age study. *Science Education*, 69(5), 721-733.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 720-729.
- Billinghurst, M., & Dünser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bonds-Raacke, J. M., & Raacke, J. D. (2008). Using tablet PCs in the classroom: an investigation of students' expectations and reactions. *Journal of Instructional Psychology*, 36(3).
- Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22(9), 895-935.

- 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.
- Chen, C-H., Huang, C-Y., & Chou, Y-Y. (2017). Integrating augmented reality into blended learning for elementary science course. *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology*, 68-72. New York, NY: ACM.
- Chi, M. T. H., Chiu, M., & DeLeeuw, N. (1991). *Learning in a non-physical science domain: The human circulatory system*. Pittsburgh, PA: Learning Research and Development Center.
- Churchill, D., & Wang, T. (2014). Teacher's use of iPads in higher education. *Educational Media International*, 51(3), 214-225.
- Clarke, B., & Svanaes, S. (2014). *Tablets for schools: an updated literature review on the use of tablets in education*. Retrieved from Family Kids & Youth website: <http://maneele.drealentejo.pt/site/images/Literature-Review-Use-of-Tablets-in-Education-9-4-14.pdf>
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2009). *Nonparametric statistics for non-statisticians: A step-by-step approach*. John Wiley & Sons.
- Crompton, H., Burke, D., Gregory, K. H., & Gräbe, C. (2016). The use of mobile learning in science: a systematic review. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 149-160.
- Domingo, M. G., & Garganté, A. B. (2016). Exploring the use of educational technology in primary education: Teachers' perception of mobile technology learning impacts and applications' use in the classroom. *Computers in Human Behavior*, 56, 21-28.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Oxon, UK: Routledge.
- Dündar, H., & Akçayır, M. (2014). Implementing tablet PCs in schools: students' attitudes and opinions. *Computers in Human Behavior*, 32, 40-46.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Ferdousi, B., & Bari, J. (2015). Infusing mobile learning into undergraduate courses for effective learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 176, 307-311.
- FitzGerald, E., Taylor, C., & Craven, M. (2013). To the Castle! A comparison of two audio guides to enable public discovery of historical events. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17(4), 749-760.
- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2016). Tablets in education. Result from the initiative ETiE for teaching plants to primary school students. *Education and Information Technologies*, 1-19.
- Furió, D., Juan, M-C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189-201.
- Garcia-Barros, S., Martínez-Losada, 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.
- Gatt, S., & Saliba, M. (2006). Young children's ideas about the heart. In M. F. Costa, & B. V. Dorrío (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science. Science Education and Sustainable Development*, (pp. 17-23).
- 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.

- Hahn, J., & Bussell, H. (2012). Curricular use of the iPad 2 by a first-year undergraduate learning community. *Library Technology Reports, 48*(8), 42-47.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). *The teaching of science in primary schools* (6th ed.). Routledge.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2015). Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning, 32*(2), 139-156.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., Allen, J. K., & Kolodner, J. L. (1997). Designing for understanding: children's lung models. In M. G. Shafto, & P. Langley (Eds.), *Proceedings of the Nineteenth Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 313-318). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hsu, Y.-C., & Ching, Y.-H. (2013). Mobile computer-supported collaborative learning: a review of experimental research. *British Journal of Educational Technology, 44*(5), E111-E114.
- Hurd, P.D. (2000). Science education for the 21st century. *School Science and Mathematics, 100*(6), 282-288.
- Hwang, G.-J., & Tsai, C.-C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: a review of publications in selected journals from 2010 to 2011. *British Journal of Educational Technology, 42*(4), E65-E70.
- Kalinic, Z., Arsovski, S., Stefanovic, M., Arsovski, Z., & Rancovic, V. (2011). The development of a mobile learning application as support for a blended e-learning environment. *Technics Technologies Education Management, 6*(4), 1345-1355.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology, 20*(1).
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 47*, 297-302.
- Kinash, S., Brand, J., & Mathew, T. (2012). Challenging mobile learning discourse through research: Student perceptions of blackboard mobile learn and iPads. *Australasian Journal of Educational Technology, 28*(4), 639-655.
- Klopper, 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.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends, 56*(2), 13-21.
- Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). Student perceptions of using tablet technology in post-secondary classes. *Canadian Journal of Learning and Technology, 39*(4), 1-16.
- Martin, F., & Ertzberger, J. (2013). Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers & Education, 68*, 76-85.
- Mintzes, J. J. (1984). Naïve theories in biology: Children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics, 84*(7), 548-555.
- Murphy, G. D. (2011). Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments. *E-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching, 5*(1), 18-32.
- Nagy, M. H. (1953). Children's conceptions of some bodily functions. *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology, 83*(2), 199-216.
- Oyelere, S.S., Suhonen, J., Wajiga, G.M., & Sutinen, E. (2017). Design, development and evaluation of a mobile learning application for computing education. *Education and Information Technologies, 1-29*
- Ozdamli, F. (2012). Pedagogical framework of m-learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 31*, 927-931.

- Özgür, S. (2013). The persistence of misconceptions about the human blood circulatory system among students in different grade levels. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8(2), 255-268.
- Pengcheng, F., Mingquan, Z., & Xuesong, W. (2011). The significance and effectiveness of augmented reality in experimental education. In *Proceedings of the 2011 International Conference on E-Business and E-Government* (pp. 895-898). Red Hook, NY: IEEE.
- Reiss, M. J., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research on Science Education*, 31(3), 383-399.
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K., & Stamper, S. E. (2012). iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 1-26.
- Şad, S. N., & Göktaş, 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.
- Sattler, B., Spyridakis, I., Dalal, N., & Ramey, J. (2010). The learning experience: A literature review of the role of mobile technology. *2010 IEEE International Professional Communication Conference* (pp. 38-45).
- Schmitz, B., Specht, M., & Klemke, P. (2012). An analysis of the educational potential of augmented reality games for learning. In M. Specht, J. Multisilta, & M. Sharples (Eds.), *Proceedings of the 11th World Conference on Mobile and Contextual Learning 2012* (pp. 140-147).
- 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.
- Sharples, M., & Spikol, D. (2017). Mobile learning. In E. Duval, M. Sharples, & R. Sutherland (Eds.), *Technology enhanced learning* (pp. 89-96). Springer International Publishing
- Siegel, S., & Castellan Jr, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sloan, R. H. (2012). Using an e-textbook and iPad: results of a pilot program. *Journal of Educational Technology Systems*, 41(1), 87-104.
- Specht, M., Ternier, S., & Greller, W. (2011). Dimensions of mobile augmented reality for learning: a first inventory. *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 7(1), 117-127.
- Sun, D., Looi, C-K., Wu, L., & Xie, W. (2016). The innovative immersion of mobile learning into a science curriculum in Singapore: an exploratory study. *Research in Science Education*, 46(4), 547-573.
- Tracana, R. B., Varanda, I., Viveiros, S., & Carvalho, G. S. (2012). Children's conceptions about respiration before and after formal teaching: identification of learning obstacles. *Proceedings of the XV IOSTE Symposium (International Organization for Science and Technology Education)-The use of Science and Technology Education for Peace and Sustainable Development*, 1-11.
- van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1-20.
- Wilkinson, K., & Barter, P. (2016). Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? *Journal of Pedagogic Development*, 6(1), 14-23.
- Windschitl, M. A. (1995). Using computer simulations to enhance conceptual change: the roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs. *Retrospective Theses and Dissertations* (Paper 15946). Retrieved from: <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=16945&context=rtd>
- Yang, X., & Cheng, K. T. T. (2016). Scalable augmented reality on mobile devices: applications, challenges, methods, and software. In W. Barfield (Ed.), *Fundamentals of wearable computers and augmented reality* (pp. 195-225). Boca Raton, FL: CRC Press Taylor and Francis Group.

- Yuen, S. C-Y., Yaouneyong, 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.
- Zhang, D., & Adipat, B. (2005). Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 18(3), 293-308.
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers and Education*, 94, 1-17.
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., ... Καλκάνης, Γ. Θ. (2006a). *Φυσικά Ε' δημοτικού. Ερευνώ και ανακαλύπτω*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., ... Καλκάνης, Γ. Θ. (2006b). *Φυσικά Στ' δημοτικού. Ερευνώ και ανακαλύπτω*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Κόκκοτας, Π., Αλεξόπουλος, Δ., Μαλαμίτσα Α., Μαντάς, Γ., Παλαμαρά, Π., Παναγιωτάκη, Π., & Πήλιουρας, Π. (2006). *Μελέτη περιβάλλοντος Δ' δημοτικού*. Αθήνα: ΟΕΔΒ
- Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων (2011). Πρόγραμμα σπουδών φυσικών επιστημών δημοτικού για το "Νέο Σχολείο". Διαθέσιμο στο:
<http://ebooks.edu.gr/info/newps/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%82/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>

Παράρτημα Ι

Ενδεικτικό φύλλο εργασίας

Φύλλο Εργασίας: Αναπνοή

Ομάδα:



Δραστηριότητα:

Υλικά:
χρονόμετρο

Εκτέλεση:

Μετράμε πόσες φορές αναπνέουμε σε 1 λεπτό και σημειώνουμε την απάντηση. Έπειτα κάνουμε επί τόπου τροχάδην για 2 λεπτά και μετράμε ξανά τον ρυθμό της αναπνοής μας.

Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί;

.....
.....

Τι παρατηρείτε;

.....
.....

Γιατί συμβαίνει αυτό;

.....
.....

Συμπέρασμα

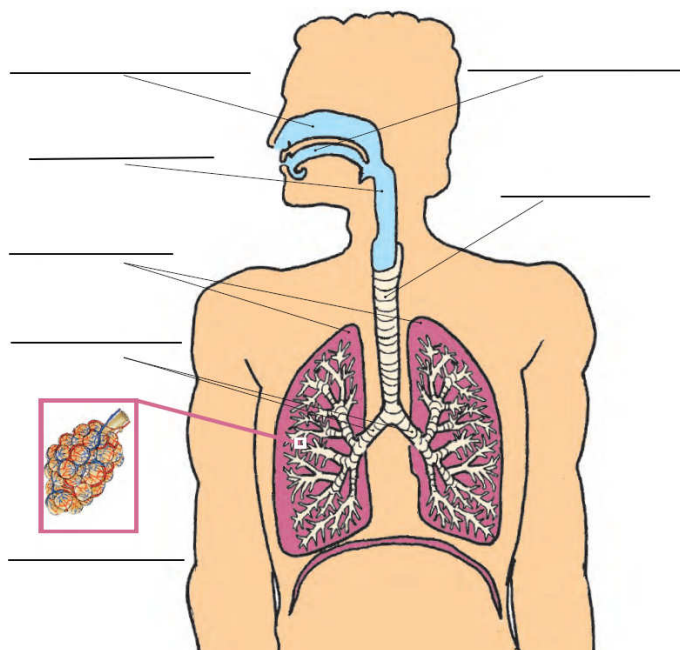
.....
.....

Παράρτημα Β

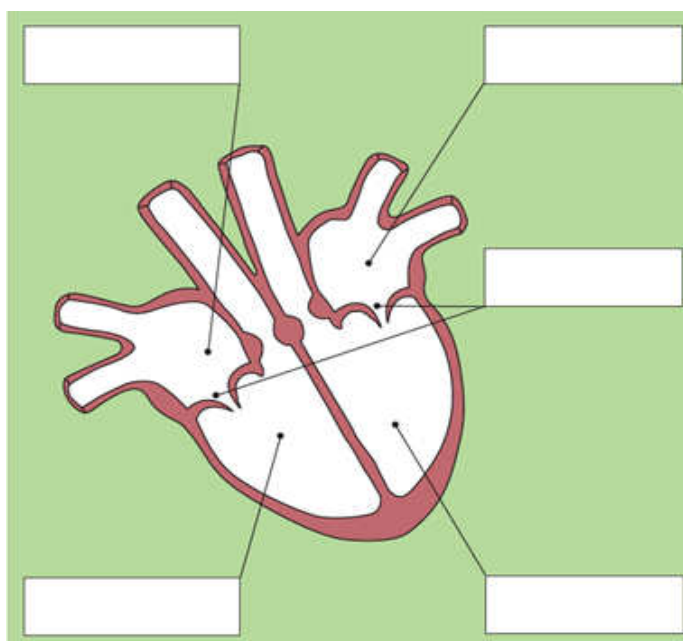
Ενδεικτικό φύλλο αξιολόγησης

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Γράφω τα όργανα του αναπνευστικού συστήματος.



2. Γράφω τα μέρη της καρδιάς.



3. Συμπληρώνω: οξυγόνο ή διοξείδιο του άνθρακα;

1. Με την αναπνοή εισπνέουμε και εκπνέουμε
.....
2. Οι αρτηρίες μεταφέρουν αίμα που περιέχει
3. Οι φλέβες μεταφέρουν αίμα που περιέχει
4. Η μικρή κυκλοφορία μεταφέρει στους πνεύμονες και
..... στην καρδιά.
5. Η μεγάλη κυκλοφορία μεταφέρει στα διάφορα όργανα και
..... πίσω στην καρδιά.

4. Περιγράψω τη διαδικασία της αναπνοής χρησιμοποιώντας τις λέξεις:

διάφραγμα, στοματική κοιλότητα, βρόγχοι, τραχεία, ρινική κοιλότητα, κυψελίδες,
πνεύμονες, λάρυγγας

5. Βάζω τις προτάσεις στη σωστή σειρά. Γράψε δίπλα τον αριθμό που αντιστοιχεί στη σειρά της πρότασης.

Η μικρή κυκλοφορία

Το αίμα οδηγείται πίσω στον αριστερό κόλπο της καρδιάς, για να ξεκινήσει την μεγάλη κυκλοφορία!

Εκεί, στις κυψελίδες το αίμα αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα και προσλαμβάνει οξυγόνο.

Το αίμα ξεκινά από τη δεξιά κοιλία και οδηγείται στους πνεύμονες.

Η μεγάλη κυκλοφορία

Τα όργανα παίρνουν το οξυγόνο και δίνουν διοξείδιο του άνθρακα. Το αίμα μέσω των φλεβών επιστρέφει στον δεξιό κόλπο της καρδιάς.

Μέσω της βαλβίδας, το αίμα περνά στην δεξιά κοιλία και ξεκινά ξανά η μικρή κυκλοφορία!

Το αίμα ξεκινά από τον αριστερό κόλπο περνά μέσω της βαλβίδας στην αριστερή κοιλία. Από εκεί οδηγείται μέσω των αρτηριών στα διάφορα όργανα.

6. Πώς συνεργάζεται το κυκλοφορικό σύστημα με το αναπνευστικό;