

Έρευνα στην Εκπαίδευση

Τόμ. 6, Αρ. 1 (2017)

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
HELLENIC JOURNAL OF RESEARCH IN EDUCATION



Αλεξανδρούπολη
2017, Τεύχος 6

Αξιοποιώντας τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (drones) στη διδασκαλία. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές της Ε' δημοτικού

*Δημήτριος Παπαδάκης, Εμμανουήλ Φωκίδης,
Βασιλεία Κούρτη-Καζούλλη, Μαρία Δάρρα*

doi: [10.12681/hjre.11465](https://doi.org/10.12681/hjre.11465)

Copyright © 2017, Dimitrios Papadakis, Emmanuel Fokides, Vasileia Kourtis-Kazoullis, Maria Darra



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

Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπαδάκης Δ., Φωκίδης Ε., Κούρτη-Καζούλλη Β., & Δάρρα Μ. (2017). Αξιοποιώντας τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (drones) στη διδασκαλία. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές της Ε' δημοτικού. *Έρευνα στην Εκπαίδευση*, 6(1), 18–31. <https://doi.org/10.12681/hjre.11465>

Αξιοποιώντας τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (drones) στη διδασκαλία. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές της Ε' δημοτικού

Δημήτριος Παπαδάκης^α, Εμμανουήλ Φωκίδης^α,
Βασιλεία Κούρτη-Καζούλλη^α, Μαρία Δάρρα^α

^α Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας, η οποία αποτελεί μια προέρευνα, στο πλαίσιο μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας, είναι να διερευνήσει τη συμβολή των μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων (drones) στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της Γλώσσας και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου. Για τη διεξαγωγή της έρευνας σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν δύο εκπαιδευτικές παρεμβάσεις σε δύο ομάδες μαθητών, πειραματική και ελέγχου και συνολικά συμμετείχαν 40 μαθητές. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε σε δημοτικό σχολείο της Ρόδου τον Οκτώβριο του 2016. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει, ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας πετυχαίνουν υψηλότερες βαθμολογίες και η διατηρησιμότητα των γνώσεών τους είναι μεγαλύτερη όταν χρησιμοποιούνται drones στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Μαθηματικών, συγκριτικά με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο, χωρίς, όμως, να ισχύει το ίδιο και για το μάθημα της Γλώσσας. Επιπρόσθετα, προκύπτει η διαμόρφωση θετικών στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών απέναντι στα drones.

Abstract

The study presents the results of a pilot project which examined the learning outcomes when using unmanned flying vehicles (drones) for teaching fifth-grade primary school students units from Language and Mathematics. For that matter, two teaching interventions were planned and carried out in two groups of students, one control and one experimental. A total of 40 students participated to the study, coming from a primary school in Rhodes, Greece. The interventions were carried out during October 2016. The results verified that, for Mathematics, the students of the experimental group achieved better results, compared to the control group and the sustainability of their knowledge was also greater. However, this did not hold true for the language lessons. In addition, the formation of positive attitudes and perceptions of students toward drones were noted.

© 2017, Δ. Παπαδάκης, Ε. Φωκίδης, Β. Κούρτη-Καζούλλη, Μ. Δάρρα
Άδεια CC-BY-SA 4.0

Λέξεις-κλειδιά: Γλώσσα, Μαθηματικά, μαθητές δημοτικού, μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα

Keywords: drones, language lessons, mathematics, primary school students

Εισαγωγή

Η τεχνολογία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με κάθε πτυχή της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι καινοτομίες της διαχέονται σε όλο το φάσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και φυσικά στην εκπαίδευση. Συνεπώς, η εκπαίδευση επιβάλλεται να εναρμονίζεται με τις εξελίξεις, τεχνολογικές και μη, και να προσαρμόζει ανάλογα το περιεχόμενό της. Υπό αυτό το πρίσμα, επιβάλλεται επίσης η μελέτη των νέων δεδομένων και η ανάλογη εκπαιδευτική αξιοποίησή τους. Τα τελευταία χρόνια έχει έρθει στο προσκήνιο ένα καινούριο τεχνολογικό προϊόν το οποίο αποκαλείται ευρέως drone. Πρόκειται για μία ιπτάμενη μηχανή χωρίς χειριστή και γι' αυτό τον λόγο άλλωστε η επίσημη

ονομασία του είναι "μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα". Τα drones ως ιδέα δεν είναι κάτι νέο, αλλά η μαζική παραγωγή και η διάδοσή τους στο ευρύ κοινό συντελείται στις μέρες μας. Αρχικά, είχαν καθαρά στρατιωτική χρήση, αλλά πλέον χρησιμοποιούνται και για ειρηνικούς σκοπούς.

Γενικότερα, η επιστημονική μελέτη των δυνατοτήτων των drones σε διάφορες πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, εφόσον πρόκειται για νέο τεχνολογικό εργαλείο. Έτσι, θεωρήθηκε ότι έχει σημαντική αξία η μελέτη της συμβολής τους στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα η μελέτη της δυνατότητας αξιοποίησής τους στο δημοτικό σχολείο. Αναζητώντας σχετικό υλικό στο Διαδίκτυο είναι δυνατό να βρεθούν αρκετές ιδέες για μια τέτοιου είδους αξιοποίηση, χωρίς, όμως, την απαιτούμενη επιστημονική τεκμηρίωση. Μάλιστα, από την εκτεταμένη βιβλιογραφική αναζήτηση διαπιστώθηκε η ύπαρξη εξαιρετικά περιορισμένου αριθμού σχετικών ερευνών. Συνεπώς, η εργασία αποτέλεσε ένα εξαιρετικά απαιτητικό εγχείρημα, εφόσον δεν μπορούσε να στηριχθεί στις ιδέες και στα πορίσματα προηγούμενων ερευνητικών προσπαθειών. Από την άλλη όμως πλευρά, το εγχείρημα κρίθηκε απαραίτητο λόγω των ανεξερεύνητων προοπτικών που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Στη βάση των όσων προαναφέρθηκαν γίνεται αντιληπτό ότι η διερεύνηση της συμβολής των drones στη βελτίωση των μαθησιακών επιδόσεων των μαθητών αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αυτός είναι και ο στόχος της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, μέσα στο προαναφερθέν πλαίσιο η παρούσα εργασία επιχειρεί να διαπιστώσει κατά πόσο η ενσωμάτωση της τεχνολογίας των drones στη διδασκαλία του μαθήματος της Γλώσσας και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού μπορεί να αποφέρει θετικά αποτελέσματα ως προς την κατάκτηση συγκεκριμένων επιδιωκόμενων μαθησιακών στόχων, αλλά και κατά πόσο η συγκεκριμένη τεχνολογία κινητοποιεί τους μαθητές σε τέτοιο βαθμό ώστε η στάση τους ως προς το συγκεκριμένο εργαλείο να είναι θετική, μέσα από τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης υποστηριζόμενης από drones. Η μεθοδολογία οργάνωσης και τα αποτελέσματα αυτών των παρεμβάσεων, καθώς επίσης η σημασία τους, παρουσιάζονται και αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν.

Τα drones στην εκπαίδευση

Η ένταξη των drones στην εκπαίδευση βρίσκεται σε ένα εξαιρετικά πρώιμο στάδιο. Αυτό μπορεί να υποστηριχθεί από το γεγονός ότι, παρά την εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση, εντοπίστηκε πολύ μικρός αριθμός άρθρων που αναφέρονται σε αυτά, που στην πλειοψηφία τους αντιμετωπίζουν το θέμα θεωρητικά, χωρίς να στηρίζονται σε ερευνητικά δεδομένα. Για παράδειγμα, σε άρθρο για την ανώτατη εκπαίδευση αναφέρεται ότι τα drones θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της διδασκαλίας της ρομποτικής (Krajník, Vonásek, Fišer, & Faigl, 2011). Σε άλλο άρθρο, που αφορά και πάλι στην ανώτατη εκπαίδευση, διερευνήθηκαν οι πιθανές χρήσεις τους στη Γεωγραφία και στις κοινωνικές επιστήμες, ενώ παράλληλα, εξετάστηκαν τα ηθικά και νομικά θέματα που φέρνει στο προσκήνιο η χρήση της παραπάνω τεχνολογίας (Birtchnell & Gibson, 2015). Για παράδειγμα, επισημάνθηκε ότι τα drones ακριβώς επειδή επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων από πλεονεκτικό σημείο και από απόσταση, μπορούν να αξιοποιηθούν για την επιτήρηση περιοχών και της άγριας ζωής. Όμως, με την ίδια ευκολία μπορούν να αξιοποιηθούν για την επιτήρηση και συλλογή δεδομένων από συγκεντρωμένα πλήθη ανθρώπων (crowd analysis) εν αγνοία των ατόμων, εγείροντας έτσι σοβαρά ηθικά και νομικά προβλήματα.

Σε μελέτη των Carnahan, Crowley, Hummel και Sheehy (2016), γίνεται εκτεταμένη αναφορά στη δυνατότητα αξιοποίησης των drones στις δύο πρώτες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται, ότι οι μαθητές από το νηπιαγωγείο, κιάλας, μπορούν να εξασκηθούν με αυτά στην απόκτηση κινητικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων προσανατολισμού. Στο δημοτικό μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να διδαχθούν έννοιες, όπως η ταχύτητα, η αλληλεπίδραση των δυνάμεων, καθώς και οι γωνίες. Οι μαθητές γυμνασίου μπορούν να τα αξιοποιήσουν στη Γεωγραφία, μαθαίνοντας, για παράδειγμα, για τη μορφολογία του εδάφους. Στη Φυσική μπορούν να αξιοποιηθούν για τη διεξαγωγή παρατηρήσεων. Στο λύκειο, οι μαθητές μπορούν να κάνουν παρατηρήσεις διακρίνοντας το αίτιο και το αποτέλεσμα, καταλήγοντας σε συμπεράσματα. Επιπλέον, τα drones είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση projects, στη μηχανική, στα μαθηματικά και, γενικά, στις θετικές επιστήμες. Σημαντικά στοιχεία που επισημαίνει το παραπάνω άρθρο είναι ότι η χρήση των drones

πιθανώς να συμβάλει στην εξατομίκευση της μάθησης, στην αυτενέργεια των μαθητών, ότι η χρήση τους, λόγω του παιγνιώδους χαρακτήρα τους, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση και ότι ενθαρρύνει τη συμμετοχή των μαθητών με ένα μοναδικό τρόπο.

Σε μία άλλη περίπτωση, επιχειρήθηκε διδασκαλία στο μάθημα της Γεωγραφίας αξιοποιώντας drones (Smith, Sefton, & Chaffer, 2015). Συμμετείχαν μαθητές ηλικίας 9 ετών, οι οποίοι κλήθηκαν να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους, συλλέγοντας δεδομένα και κάνοντας παρατηρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, έγινε εστίαση στις διαφορές μεταξύ μικρής και μεγάλης κλίμακας, στον καθορισμό της απόστασης με τη βοήθεια φωτογραφιών και χάρτη, στον υπολογισμό διαστάσεων και στην εκτίμηση της ώρας που λήφθηκαν οι φωτογραφίες. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών θεώρησε ότι βοηθήθηκε στην κατανόηση των παραπάνω εννοιών. Η μελέτη αποδίδει το αποτέλεσμα στο ότι οι κάμερες που φέρουν τα drones και η ελευθερία των θέσεων που μπορούν να πάρουν κατά τη διάρκεια της πτήσης, δημιουργεί ένα μοναδικό αποτέλεσμα φωτογραφικών λήψεων ή/και βίντεοσκοπήσεων.

Οι Carnahan, Zieger & Crowley (2016) προτείνουν ένα μοντέλο ένταξης των drones στην εκπαιδευτική πράξη, που απευθύνεται στην ηλικιακή ομάδα των μαθητών δημοτικού, το SOAR (safety, operation, active learning, and research-ασφάλεια, χειρισμός, ενεργητική μάθηση, και έρευνα). Ο κάθε ένας από τους παραπάνω τέσσερις άξονες εστιάζει και σε ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό που θα πρέπει να διέπει την ένταξή τους στη διδασκαλία. Ο πρώτος άξονας αφορά θέματα ασφαλείας και νομικά θέματα, ο δεύτερος θέματα χειρισμού, ο τρίτος αφορά στη διδασκαλία και ο τέταρτος στην έρευνα που γίνεται στο συγκεκριμένο αντικείμενο σχετικά με την εκπαιδευτική τους αξιοποίηση.

Σε άρθρο στον ιστότοπο Edudemic (<http://www.edudemic.com/>) προτείνονται εκπαιδευτικές χρήσεις των drones μέσα στη σχολική τάξη, αλλά, και πάλι, απουσιάζει η υποστήριξη με ερευνητικά δεδομένα (Levy, 2015). Επισημαίνεται ότι τα drones μπορούν να αξιοποιηθούν σε μία σειρά από διδακτικά αντικείμενα, εφόσον αναλάβουν οι μαθητές να κατασκευάσουν δικά τους. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους μπορούν να διδαχτούν έννοιες της ρομποτικής, των μαθηματικών, του ηλεκτρισμού, της Χημείας, όπως επίσης προγραμματισμό και ιδιαίτερες δεξιότητες μέσω της πρακτικής εμπειρίας στην κατασκευή. Πέραν της κατασκευής, μπορούν να αξιοποιηθούν για την εμβάθυνση σε ηθικά θέματα που αφορούν την τεχνολογία, στα καλλιτεχνικά μαθήματα, αλλά και σε άλλες καταστάσεις, όπου δεν είναι τόσο έντονο το στοιχείο της διδακτικής αξιοποίησης. Οι παραπάνω προτεινόμενες διδακτικές αξιοποιήσεις συμπίπτουν, σε γενικές γραμμές, με αντίστοιχο άρθρο στον εκπαιδευτικό ιστότοπο EducationHQ Australia (<http://au.educationhq.com/>) (Vukovic, 2016). Επίσης, η Wolpert-Gawron (2015) σε ένα ενδιαφέρον άρθρο της, παρουσιάζει διδακτικές αξιοποιήσεις των drones, οι οποίες, στη συντριπτική πλειοψηφία τους, βασίζονται στη χρήση της κάμερας που διαθέτουν. Κάποιες από τις ιδέες που ξεχωρίζουν, είναι η αξιοποίησή τους για τη διδασκαλία των δυνάμεων του 10 και η κατανόηση του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου. Τέλος, σε άρθρο στη σελίδα School Governance (<http://www.schoolgovernance.net.au/>) (Tran, 2016) αναφέρεται ότι η αξιοποίηση των drones στην εκπαιδευτική πράξη μπορεί να αφορά στην εκμάθηση της τέχνης της φωτογραφίας και λήψεων βίντεο, όπως, επίσης, και στη δυνατότητα διδασκαλίας της τριγωνομετρίας.

Συνοψίζοντας τις έρευνες, επιστημονικά άρθρα και τοποθετήσεις στο Διαδίκτυο, είναι δυνατόν να εξαχθούν κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Φαίνεται ότι όλες οι απόψεις συγκλίνουν στο ότι τα drones μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαίδευση σε τρεις κύριους άξονες: (α) στη μάθηση που σχετίζεται με γνωστικά αντικείμενα των θετικών επιστημών μέσω της κατασκευής ενός drone, (β) στη μάθηση μέσω του χειρισμού ενός drone που σχετίζεται και πάλι γνωστικά αντικείμενα των θετικών επιστημών, αλλά και τα καλλιτεχνικά μαθήματα και (γ) στη διερεύνηση θεωρητικών θεμάτων που σχετίζονται με τα drones όπως, νομοθεσία, ηθικά θέματα, θέματα ιδιωτικής ζωής, ασφαλείας κ.ά. Σημαντική διαπίστωση είναι, επίσης, ότι εντοπίζεται απόσταση ανάμεσα στο τι μπορεί να γίνει, και στο τι πραγματικά έχει γίνει σε ερευνητικό επίπεδο. Επομένως, είναι εμφανές το ερευνητικό κενό που υπάρχει στην αξιοποίηση των drones στη διδακτική πράξη.

Σκοπός, ερευνητικές υποθέσεις της εργασίας και μέθοδος

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη συμβολή των drones στην κατάκτηση των μαθησιακών στόχων και στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της Γλώσσας και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα, η εργασία αποσκοπεί να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τους: (α) στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, (β) στη διατηρησιμότητα των γνώσεών τους και (γ) στη διαμόρφωση θετικών στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών αναφορικά με την αξιοποίησή τους στο πλαίσιο της διδασκαλίας τους. Έτσι, οι ερευνητικές υποθέσεις που διατυπώνονται είναι:

- Y1: Οι μαθητές που χρησιμοποιούν drones έχουν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο.
- Y2: Η διατηρησιμότητα των γνώσεων των μαθητών που χρησιμοποιούν drones είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο.
- Y3: Οι μαθητές διαμορφώνουν θετικές στάσεις και αντιλήψεις αναφορικά με την αξιοποίηση drones στο πλαίσιο της διδασκαλίας τους.

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 δημοτικό σχολείο της πόλεως Ρόδου, τον Οκτώβριο του 2016 και συμμετείχαν συνολικά 40 μαθητές της Ε΄ τάξης. Για τις ανάγκες της έρευνας το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες, την πειραματική ομάδα στην οποία συμμετείχαν οι μαθητές που χρησιμοποίησαν drones 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, από τους οποίους ζητήθηκε να μην διδάξουν τις ενότητες που περιλάμβανε το πιλοτικό πρόγραμμα, με κανέναν άλλον τρόπο πέραν από αυτόν που προβλεπόταν για την κάθε ομάδα. Μάλιστα, αν και τα drones που επιλέχθηκαν δεν απαιτούσαν εξειδικευμένες δεξιότητες χειρισμού, ο εκπαιδευτικός που πραγματοποίησε τις διδασκαλίες με drones, εξασκήθηκε στη λειτουργία και στον χειρισμό τους. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές της ομάδας που θα χρησιμοποιούσε τα drones δεν εξασκήθηκαν στη χρήση τους πριν από την έναρξη των διδακτικών παρεμβάσεων.

Ερευνητικός σχεδιασμός και υλοποίηση της έρευνας

Όπως ήδη αναφέρθηκε, βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται με τη χρήση drones, εστιάζοντας σε μαθητές του δημοτικού σχολείου. Για να επιτευχθεί αυτό, υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα, ο σχεδιασμός του οποίου περιλάμβανε συγκεκριμένα βήματα, με το πρώτο να είναι η προμήθεια drones. Πρέπει να σημειωθεί ότι στο εμπόριο υπάρχει μία αρκετά μεγάλη ποικιλία τους, με διαφορετικές δυνατότητες, οι τιμές τους δε, κυμαίνονται από μερικές δεκάδες έως αρκετές χιλιάδες ευρώ. Συνεπώς, ήταν αρκετά σημαντικό να οριστούν κριτήρια επιλογής, με το κόστος να αποτελεί το πρώτο, δεδομένου ότι θα ήταν απαραίτητη η προμήθεια αρκετών drones. Ένα δεύτερο κριτήριο ήταν τα drones να διαθέτουν κάμερα με δυνατότητα λήψης εικόνων και βίντεο υψηλής ευκρίνειας. Αυτό γιατί όπως φάνηκε από προηγούμενη ενότητα, η λήψη φωτογραφιών και βίντεο αποτελεί βασικό στοιχείο των πιθανών εκπαιδευτικών χρήσεών τους. Η δυνατότητα χρήσης σε ανοιχτούς αλλά και κλειστούς χώρους αποτέλεσε το τρίτο κριτήριο, κάτι που απέκλεισε τα μεγάλα μεγέθους -αλλά και εξαιρετικά ακριβά- drones. Η ασφάλεια των χρηστών, των μαθητών εν προκειμένω, θεωρήθηκε σημαντικός παράγοντας, εφόσον υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού εάν οι έλικες δεν περιβάλλονται από προστατευτικό πλέγμα. Η ευκολία χειρισμού των drones ήταν το επόμενο κριτήριο. Διαπιστώθηκε ότι τα περισσότερα χειριστήρια των drones προσφέρουν τη δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ δύο διαφορετικών ρυθμίσεων λειτουργίας: μίας για αρχάριους και μίας για προχωρημένους, μεταβάλλοντας το βαθμό ευαισθησίας και ανταπόκρισης στους χειρισμούς του χρήστη. Η αυτονομία πτήσης ήταν το τελευταίο κριτήριο. Διαπιστώθηκε ότι τα εισαγωγικού επιπέδου drones, αυτά δηλαδή που προορίζονται για χρήση από ερασιτέχνες, έχουν περιορισμένη αυτονομία (περίπου 10 λεπτά), ενώ αυτά που προορίζονται για επαγγελματική χρήση

έχουν σαφώς μεγαλύτερη αυτονομία, αλλά και εξαιρετικά υψηλό κόστος. Μετά από σχετική έρευνα αγοράς, πραγματοποιήθηκε τελικά η προμήθεια 5 drones εισαγωγικού επιπέδου, αλλά με κάμερες υψηλής ευκρίνειας, με κόστος περίπου 100 ευρώ το καθένα.

Η απουσία βιβλιογραφίας και ερευνών σχετικά με την ένταξη των drones στην εκπαιδευτική πράξη, αποτέλεσε αφορμή για την επόμενη φάση του προγράμματος, που ήταν ο ορισμός του θεωρητικού πλαισίου ένταξής τους στη διδασκαλία, που βασίστηκε στις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση. Συγκεκριμένα, ως σημαντικότερο στοιχείο του πλαισίου θεωρήθηκε η βιωματική και ενεργητική μάθηση, όπως διατυπώθηκε από τους εκπροσώπους του κονστрукτιβισμού (Bruner, 1966; Gagne, 1970; Piaget, 1972; Vygotsky, 1980). Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση με βάση του τι γνωρίζουν ήδη και τις συνδέσεις που δημιουργούν μεταξύ νέων και παλαιών πληροφοριών, με σημαντικότερο ρόλο να παίζει η ενεργός συμμετοχή του μαθητή στην όλη διαδικασία (Ertmer & Newby, 2013). Σύμφωνα με τη θεωρία του Cummins (2005) για το εύρος πλαισιακής στήριξης και το βαθμό εμπλοκής στις γνωστικές δραστηριότητες στη σχολική τάξη, τα βοηθήματα προς τους μαθητές πρέπει να συνδυάζονται με τη νοητικά απαιτητική μάθηση. Η θεωρία αυτή αναδεικνύει την ανάγκη ενίσχυσης του περιβάλλοντος μάθησης με βοηθήματα, που μπορεί να είναι και τεχνολογικά μέσα (Kazoullis & Vlachos, 2014) όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση τα drones, τα οποία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο συντελώντας στην πραγματοποίηση απαιτητικών δραστηριοτήτων από τους μαθητές. Τέλος, ένα σημαντικό στοιχείο το οποίο αναδεικνύεται με τα drones λόγω του παιγνιώδους χαρακτήρα τους (Carnahan, Crowley, Hummel, & Sheehy, 2016) είναι η παιγνιώδης μάθηση, η οποία συμβάλλει στην επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων (Φωκίδης, 2017; Prensky, 2001; Wood & Bennett, 2001).

Η επόμενη φάση ήταν η επιλογή των διδακτικών αντικειμένων. Αποφασίστηκε τα drones να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία ενοτήτων από τη Γλώσσα και τα Μαθηματικά. Εξειδικεύοντας το παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο, η διδασκαλία της Γλώσσας θα βασιζόταν: (α) στις αρχές της επικοινωνιακής προσέγγισης για τη γλώσσα (Hymes 1972; Halliday 1978; Μπέλλα, 2015), σύμφωνα με την οποία η ανάπτυξη της γλωσσικής ικανότητας επιτυγχάνεται μέσα από πραγματικές επικοινωνιακές καταστάσεις και (β) στη θεωρία της κειμενοκεντρικής διδασκαλίας στην οποία η διδασκαλία λεξιλογικών και γραμματικών φαινομένων πραγματοποιείται μέσα από την επεξεργασία αυθεντικών κειμένων (Beaugrande & Dressler, 1981; Κωστούλη, 2001). Τα στάδια διδασκαλίας που προτείνονται με βάση την κειμενοκεντρική διδασκαλία είναι το προαναγνωστικό, το αναγνωστικό, το μετααναγνωστικό, το προσυγγραφικό, το συγγραφικό και το μετασυγγραφικό (Μήτσης, 2004).

Αναζητώντας ενότητες του μαθήματος της Γλώσσας που προσφέρονταν για την αξιοποίηση των drones, ως πιο κατάλληλη θεωρήθηκε μία της Ε΄ τάξης που περιλαμβάνει την περιγραφή ενός τόπου, τη χρήση των παροντικών χρόνων, των τοπικών επιρρημάτων και των επίθετων στο συγκεκριμένο κειμενικό είδος. Συνεπώς, η αξιοποίηση των drones θα γινόταν στο προσυγγραφικό στάδιο, κατά το οποίο οι μαθητές θα καλούνταν να κάνουν λήψη εικόνων και βίντεο του σχολείου τους, τα οποία στη συνέχεια θα προβάλλονταν στην τάξη και οι μαθητές θα προχωρούσαν στην παραγωγή γραπτού λόγου με θέμα την περιγραφή του σχολείου τους. Επομένως, μεταξύ άλλων, θα εξεταζόταν το κατά πόσο οι λήψεις βίντεο και φωτογραφιών με τα drones θα βοηθούσαν στην συγγραφή καλύτερων περιγραφών, προσφέροντας περισσότερα και πρωτόγνωρα οπτικά ερεθίσματα. Προφανώς, η βιντεοσκόπηση και η λήψη φωτογραφιών θα πραγματοποιούσαν εκτός τάξης. Έτσι, αποφασίστηκε οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν οι ίδιοι τα drones για πτήσεις οι οποίες δεν θα απαιτούσαν υψηλές δεξιότητες χειρισμού. Αντίθετα, τις απαιτητικές πτήσεις σε επίπεδο χειρισμού, για παράδειγμα σε μεγάλο ύψος, θα τις πραγματοποιούσε ο εκπαιδευτικός.

Για τον ορισμό του πλαισίου διδασκαλίας των Μαθηματικών αξιοποιήθηκαν οι αρχές της ανακαλυπτικής προσέγγισης για τα Μαθηματικά (Τούμασης, 1999), αλλά, κυρίως, της εποικοδομητικής προσέγγισης, όπως τις παρουσιάζουν οι Φιλίππου και Χρίστου (2004), στην οποία αξιοποιούνται οι υπάρχουσες γνωστικές δομές των μαθητών και οικοδομείται η νέα γνώση από τους ίδιους. Με αυτό τον τρόπο η μάθηση γίνεται μια ενεργή διαδικασία όπου το άτομο οικοδομεί τη γνώση μέσα από την παρατήρηση, την ερμηνεία και την εξερεύνηση (Cooper, 1993). Σύμφωνα με τους Warschauer και Healey (1998), η ενσωμάτωση της τεχνολογικά υποβοηθούμενης διδασκαλίας βοηθάει τους μαθητές να μαθαίνουν σε αυθεντικές και ουσιαστικές καταστάσεις. Έτσι, για την κατάρτιση των διδασκαλιών αξιοποιήθηκε το μοντέλο εποικοδομητικής διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986), που αποτελείται από τις φάσεις του προσανατολισμού, της ανάδειξης ιδεών των μαθητών, της αναδόμησης των ιδεών, της εφαρμογής σε νέες καταστάσεις και της ανασκόπησης.

Εφόσον είχε ήδη επιλεγεί στη Γλώσσα ενότητα από την Ε΄ δημοτικού, αναζητήθηκαν ενότητες στα Μαθηματικά από την ίδια τάξη. Επιλέχθηκε η ενότητα που αφορά τις μετρήσεις του μήκους, των μετατροπών στα πολλαπλάσια και τις υποδιαιρέσεις του μέτρου, όπως και την εκμάθηση γρήγορων πολλαπλασιασμών και διαιρέσεων με το 10, το 100 και το 1000. Οι μαθητές θα εργάζονταν ομαδικά πραγματοποιώντας μικρές ευθύγραμμες πτήσεις εντός της σχολικής αίθουσας. Στη φάση της ανάδειξης των ιδεών, θα διαπίστωναν τις δυσκολίες ακριβούς υπολογισμού της απόστασης, όπως και τη δυσκολία στο να την εκφράσουν σε υποδιαιρέσεις ή πολλαπλάσια του μέτρου. Στην φάση της αναδόμησης των ιδεών, θα πραγματοποιούσαν και πάλι μικρές ευθύγραμμες πτήσεις, θα μετρούσαν την απόσταση και θα ασκούσαν σε μετατροπές στα πολλαπλάσια και στις υποδιαιρέσεις του μέτρου πάνω στις τιμές των μετρήσεων. Η πραγματοποίηση των πτήσεων αποφασίστηκε να γίνεται εξολοκλήρου από τους μαθητές. Συνοπτικά τα διδακτικά σχήματα για τη Γλώσσα και τα Μαθηματικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 Τρόπος ένταξης των drones στις διδασκαλίες

	Τρόπος χρήσης	Χειρισμός από	Τοποθεσία πτήσεων	Φάση μαθήματος	Κοινωνική οργάνωση τάξης
Γλώσσα	βιντεοσκόπηση & φωτογράφιση	εκπαιδευτικός & μαθητές	προαύλιο σχολείου	προσυγγραφικό στάδιο	ατομικά ή σε ζεύγη σε ομάδες
Μαθηματικά	πτήσεις & ευθύγραμμη μέτρησή τους	εξ ολοκλήρου από μαθητές	μέσα στην τάξη	στις φάσεις ανάδειξης & αναδόμησης	των τεσσάρων ατόμων

Για το κάθε διδακτικό αντικείμενο αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν δύο δίωρες διδακτικές παρεμβάσεις, έτσι ώστε να υπάρχει μία σχετική άνεση χρόνου στην πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων. Για τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε, όπως ήδη προαναφέρθηκε, η συγκρότηση δύο ομάδων μαθητών. Η πρώτη επρόκειτο να διδαχθεί αξιοποιώντας τα drones και με τους τρόπους που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Η δεύτερη θα αποτελούσε την ομάδα ελέγχου, στην οποία συμμετείχαν οι μαθητές που διδάχθηκαν με συμβατικό τρόπο.

Για τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων σχεδιάστηκαν: (α) pre-tests, για να ελεγχθεί η κοινή γνωστική αφετηρία των μαθητών, (β) delayed posts-tests, που θα δίνονταν περίπου δεκαπέντε μέρες μετά το πέρας των παρεμβάσεων για να ελεγχθεί η διατηρησιμότητα των γνώσεων των μαθητών και (γ) φύλλα αξιολόγησης, τα οποία θα χορηγούνταν αμέσως μετά το τέλος της κάθε διδασκαλίας, με σκοπό να αποτυπώσουν τα άμεσα μαθησιακά αποτελέσματα των διδασκαλιών. Αυτά τα εργαλεία θα ήταν κοινά και για τις δύο ομάδες μαθητών. Σχεδιάστηκε επίσης, ένα σύντομο φύλλο καταγραφής εντυπώσεων (αποτελούμενο από οκτώ ερωτήσεις τύπου Likert σε πενταβάθμια κλίμακα, τρεις κλειστού τύπου και δύο ανοιχτού τύπου) που θα δινόταν μετά το πέρας των διδακτικών παρεμβάσεων στην ομάδα των μαθητών που θα χρησιμοποιούσε τα drones, για να αποτυπωθούν οι απόψεις και οι στάσεις τους απέναντί τους.

Τα pre-tests, delayed post-tests και τα φύλλα αξιολόγησης ήταν διαρθρωμένα με διαφορετικό τρόπο για το κάθε γνωστικό αντικείμενο. Ωστόσο, διαμορφώθηκαν με τέτοιο τρόπο, 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 για το γλωσσικό μάθημα συμπεριλήφθηκαν δραστηριότητες παραγωγής γραπτού λόγου. Ενδεικτικά, τέτοιες δραστηριότητες ήταν οι εξής: "Περιγράψτε πώς φαίνεται από ψηλά το σχολείο σας", "Περιγράψτε τις διαφορές που διακρίνετε τώρα που είδατε την τάξη σας από ψηλά", "Πόσο διαφορετικός είναι ο κόσμος από ψηλά;"

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν χωρισμένοι σε 2 ομάδες των 20. Στην ομάδα 0 ανήκαν οι μαθητές που συμμετείχαν στη διδασκαλία με συμβατικό τρόπο (ομάδα ελέγχου) και στην ομάδα 1 οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τα drones (πειραματική ομάδα). Η κατανομή αγοριών-κοριτσιών και στις 2 ομάδες ήταν περίπου ίση (11 κορίτσια και 9 αγόρια για την ομάδα 0, 10 κορίτσια και 10 αγόρια για την ομάδα 1). Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, τα φύλλα αξιολόγησης (περιλαμβανομένων των pre-tests και των delayed post-tests) βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις. Βαθμολογήθηκε, επίσης, η παραγωγή γραπτού λόγου (στο μάθημα της Γλώσσας). Προσμετρήθηκε η σύνταξη, η ορθογραφία, η μορφολογία, το ύφος, και η διατύπωση, ενώ δόθηκε βαρύτητα στο πλήθος και στην ποιότητα των εικόνων που παρουσιάστηκαν, όπως επίσης και στα χαρακτηριστικά της περιγραφής, δηλαδή, στη χρησιμοποίηση ή όχι σωστών χρόνων, επιθέτων και τοπικών επιρρημάτων. Στοιχεία για τη μέση βαθμολογία και για την τυπική απόκλιση, ανά ομάδα συμμετεχόντων και ανά φύλλο αξιολόγησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Ανάλυση αποτελεσμάτων φύλλων αξιολόγησης

	Ομάδα μαθητών			
	Ομάδα 0 (N = 20)		Ομάδα 1 (N = 20)	
	M	SD	M	SD
Pre-test Γλώσσας (max = 49)	31,20	5,62	28,50	8,58
Φύλλο αξιολόγησης Γλώσσας (max = 54)	39,25	6,48	39,15	8,96
Delayed post-test Γλώσσας (max = 45)	26,50	5,05	28,60	5,27
Pre-test Μαθηματικών (max = 28)	11,60	6,12	14,85	6,12
Φύλλο αξιολόγησης Μαθηματικών (max = 29)	14,00	7,61	23,70	3,54
Delayed post-test Μαθηματικών (max = 29)	13,35	6,56	20,55	5,71

Αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν για να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης και με βάση τις 2 ομάδες των μαθητών. 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 όλα τα φύλλα αξιολόγησης είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων (N = 20), (β) στις βαθμολογίες όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers), (γ) τα δεδομένα στα φύλλα αξιολόγησης δεν είχαν κανονική κατανομή σε μία περίπτωση, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p < 0,05$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 και (δ) η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε μία περίπτωση, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ($p < .05$) (Πίνακας 4).

Πίνακας 3 Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας της κατανομής

	Ομάδα	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pre-test Γλώσσας	0	0,97	20	0,662
	1	0,95	20	0,319
Φύλλο αξιολόγησης Γλώσσας	0	0,96	20	0,519
	1	0,92	20	0,081
Delayed post-test Γλώσσας	0	0,95	20	0,347
	1	0,94	20	0,194
Pre-test Μαθηματικών	0	0,91	20	0,056
	1	0,94	20	0,230
Φύλλο αξιολόγησης Μαθηματικών	0	0,94	20	0,223
	1	0,93	20	0,132
Delayed post-test Μαθηματικών	0	0,84	20	0,003
	1	0,95	20	0,387

Σημείωση. Η γραμμοσκιασμένη σειρά επισημαίνει την περίπτωση όπου παραβιάστηκε η κανονικότητα της κατανομής

Πίνακας 4 Αποτελέσματα ελέγχου ομοιογένειας διακύμανσης (test Levene)

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pre-test Γλώσσας	3,693	1	38	0,062
Φύλλο αξιολόγησης Γλώσσας	2,208	1	38	0,146
Delayed post-test Γλώσσας	0,007	1	38	0,932
Pre-test Μαθηματικών	0,303	1	38	0,585
Φύλλο αξιολόγησης Μαθηματικών	17,519	1	38	0,000
Delayed post-test Μαθηματικών	2,655	1	38	0,111

Σημείωση. Η γραμμοσκιασμένη σειρά επισημαίνει την περίπτωση, όπου παραβιάστηκε η ομοιογένεια της διακύμανσης

Όπου πληρούνταν όλες οι προϋποθέσεις, διεξήχθη One-way ANOVA. Όπου παραβιάστηκε μόνο η ομοσκεδαστικότητα αλλά η υπόθεση της κανονικότητας ικανοποιούταν, χρησιμοποιήθηκε το τεστ των Brown-Forsythe (1974), το οποίο είναι ανθεκτικό σε περιπτώσεις ετεροσκεδαστικότητας. Όπου παραβιάστηκε η κανονικότητα της κατανομής, πραγματοποιήθηκε το Kruskal-Wallis test, που είναι μη-παραμετρικό τεστ. Παρόλο που το τεστ αυτό δεν προϋποθέτει κανονική κατανομή δεδομένων, εντούτοις, προϋποθέτει ότι τα δεδομένα στις ομάδες ακολουθούν παρόμοιου σχήματος κατανομές (Corder & Foreman, 2009; Siegel & Castellan, 1988), όπως και στην προκειμένη περίπτωση.

Οι αναλύσεις είχαν τα εξής αποτελέσματα:

- Pre-test Γλώσσας. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [$F(1, 38) = 1,39, p = 0,246$].
- Φύλλο αξιολόγησης Γλώσσας. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [$F(1, 38) = 0,002, p = 0,968$].
- Delayed post-test. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [$F(1, 38) = 1,66, p = 0,206$].
- Pre-test Μαθηματικών. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [$F(1, 38) = 2,82, p = 0,101$].
- Φύλλο αξιολόγησης Μαθηματικών. Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [Brown-Forsythe $F(1, 26,86) = 3,45, p < 0,001$]. Η ομάδα 1 ($M = 23,70, SD = 3,54$) υπερείχε της ομάδας 0 ($M = 14,00, SD = 7,61$).
- Delayed post-test Μαθηματικών. Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων [$H(1) = 2,931, p = 0,003$]. Η ομάδα 1 ($mean\ rank\ score = 25,90$) υπερείχε της ομάδας 0 ($mean\ rank\ score = 15,10$).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

- Σε κανένα pre-test δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Συνεπώς, ότι διαφοροποιήσεις παρουσιάστηκαν στη συνέχεια, μπορούν να αποδοθούν στις διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις.
- Στη Γλώσσα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, ούτε στο φύλλο αξιολόγησης ούτε στο post-test. Συνεπώς, η διαφορετική διδακτική προσέγγιση δεν επέφερε και διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα.
- Στα Μαθηματικά, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, τόσο στο φύλλο αξιολόγησης όσο και στο post-test. Συνεπώς, η διαφορετική διδακτική προσέγγιση επέφερε διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα, με την ομάδα που διδάχθηκε με drones (πειραματική ομάδα) να επιτυγχάνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Τέλος, από το φύλλο εντυπώσεων που δόθηκε μόνο στην ομάδα που χρησιμοποίησε τα drones, βρέθηκε ότι: (α) το 70% των μαθητών γνώριζε τι είναι αυτά πριν τη διδασκαλία, (β) το 45% είχε ξαναπετάξει drone πριν τη διδασκαλία και (γ) το σύνολο των μαθητών θα τα ξαναχρησιμοποιούσε αν τους δίνονταν η ευκαιρία. Επιπρόσθετα, οι μαθητές θεώρησαν ότι τα drones τους βοήθησαν πολύ και στις δύο διδασκαλίες. Παράλληλα, ο χειρισμός τους θεωρήθηκε σχετικά εύκολος και η αξιοποίησή

τους θεωρήθηκε ότι έκανε το μάθημα πολύ ελκυστικό, κάτι που διαφαίνεται και από άλλες ερωτήσεις των ερωτηματολογίου (Πίνακας 5). Τέλος, η θετική στάση των μαθητών και ο παιγνιώδης χαρακτήρας του drone διαφάνηκε από απαντήσεις σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου, στις οποίες ενδεικτικά, οι μαθητές δήλωσαν ότι το μάθημα με τα drones ήταν: "κάτι διαφορετικό από το κανονικό μάθημα", "εκτός από το να μάθεις είναι κάτι και σαν παιχνίδι", "αλλιώς γίνεται το μάθημα με το πρέπει και αλλιώς με το drone", "ήταν υπέροχο", "εκπληκτικό", "διασκεδαστικό", "είχε πλάκα", "ήταν υπέροχη εμπειρία".

Πίνακας 5. Τα αποτελέσματα του φύλλου εντυπώσεων

Ερώτηση	M	SD
Πόσο σε βοήθησαν τα drones να πραγματοποιήσεις την περιγραφή ενός τόπου;	4,10	0,91
Πόσο σε βοήθησαν τα drones να μάθεις για τις μετρήσεις και τις μετατροπές του μήκους;	3,80	1,11
Πόσο εύκολος ήταν ο χειρισμός των drones;	3,45	1,50
Πόσο εύκολη ήταν η βιντεοσκόπηση με τα drones;	3,00	1,26
Πόσο σου άρεσε ο χειρισμός των drones μέσα στην τάξη;	4,50	1,15
Πόσο σου άρεσε ο χειρισμός των drones εκτός τάξης;	4,65	0,81
Πόσο χρήσιμο θεωρείς ότι ήταν τα drones στο μάθημα συνολικά;	4,45	0,61
Πόσο ελκυστικό ήταν το μάθημα με τα drones;	4,55	0,76

Συζήτηση

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσει τη συμβολή των μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων (drones) στην κατάκτηση των μαθησιακών στόχων και στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της Γλώσσας και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Για να διερευνηθεί αυτό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια πιλοτική εφαρμογή, που αφορούσε στη Γλώσσα και τα Μαθηματικά, τα μαθησιακά αποτελέσματα της οποίας επαλήθευσαν μερικώς την πρώτη και τη δεύτερη ερευνητική υπόθεση, δηλαδή, ότι η πραγματοποίηση διδασκαλίας με αξιοποίηση των drones επιτυγχάνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και συντελεί στη μεγαλύτερη διατηρησιμότητα της γνώσης, συγκριτικά με μία διδασκαλία με συμβατικό τρόπο. Η μερική επαλήθευση των δύο ερευνητικών μας υποθέσεων οφείλεται στα αποτελέσματα που προέκυψαν στη Γλώσσα, γιατί τόσο στο φύλλο αξιολόγησης όσο και στο delayed post-test, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Συνεπώς, στη διδασκαλία της Γλώσσας η διαφορετική διδακτική προσέγγιση δεν επέφερε και διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Ωστόσο, το παραπάνω αποτέλεσμα θα μπορούσε να θεωρηθεί και από μία διαφορετική οπτική γωνία. Θα μπορούσε δηλαδή να υποστηριχθεί πως είναι θετικό στοιχείο το ότι η διδασκαλία με τα drones είχε την ίδια επιτυχία με μία εξίσου σύγχρονη διδασκαλία, με ομαδική εργασία, με φύλλα εργασίας και εικόνες. Η εισαγωγή των drones στη διδασκαλία, παρότι κάτι πρωτόγνωρο για τους μαθητές, δεν τους αποσυντόνισε και δεν διατάραξε το κλίμα της τάξης. Αντίθετα, δημιούργησε ένα ευχάριστο μαθησιακό περιβάλλον, μέσα από το οποίο οι μαθητές κατέκτησαν ακριβώς το ίδιο επίπεδο γνώσεων σε σχέση με αυτούς της ομάδας ελέγχου. Ο ενθουσιασμός με τον οποίο οι μαθητές αντιμετώπισαν τα drones, όπως φάνηκε στο σχετικό ερωτηματολόγιο, μετατράπηκε σε κίνητρο για μάθηση, κάτι που συμφωνεί με τη τοποθέτηση των Carnahan, Crowley, Hummel και Sheehy (2016).

Η απόρριψη της ερευνητικής υπόθεσης στη διδασκαλία της Γλώσσας μπορεί να οφείλεται σε μία σειρά από παράγοντες. Τα drones αποτελούν ένα πρωτόγνωρο τεχνολογικό προϊόν, για το οποίο δεν υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την ορθή του ένταξη στη διδασκαλία. Συνεπώς, η αξιοποίησή τους μπορεί να μην έγινε με τον καταλληλότερο δυνατό τρόπο. Επίσης, οι περισσότεροι από τους μισούς μαθητές, όπως φάνηκε στο φύλλο εντυπώσεων, δεν είχαν χειριστεί στο παρελθόν drone, ενώ μεγάλο ποσοστό αυτών δεν γνώριζε καθόλου την ύπαρξή του. Επιπλέον, η διδασκαλία της Γλώσσας, χρονικά, ήταν η πρώτη που πραγματοποιήθηκε. Τα παραπάνω πιθανώς να συνέβαλαν ώστε η διδασκαλία, ολόκληρης ή μέρους της, να αποτέλεσε ένα στάδιο προσαρμογής για κάποιους από τους μαθητές, επηρεάζοντας τα μαθησιακά τους αποτελέσματα. Επιπρόσθετα, μέρος της διδασκαλίας και συγκεκριμένα, η βιντεοσκόπηση με τα drones πραγματοποιήθηκε σε εξωτερικό χώρο. Οι μαθητές

πραγματοποιούν το σχολικό τους πρόγραμμα εντός της σχολικής αίθουσας, με εξαίρεση το μάθημα της Γυμναστικής. Συνεπώς, είναι δυνατόν μία δραστηριότητα εκτός σχολικής αίθουσας να προκάλεσε σύγχυση ως προς το σκοπό της, και να επηρέασε αρνητικά τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών που δεν ήταν εξοικειωμένοι με κάτι τέτοιο.

Εξάλλου, η διδασκαλία της Γλώσσας αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία, η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η ανάπτυξη της γλωσσικής ικανότητας συντελείται σταδιακά ξεκινώντας από τα πρώτα χρόνια της ζωής ενός ατόμου (Chomsky, 2014). Η ανάπτυξη των επικοινωνιακών δεξιοτήτων είναι προϊόν μακροχρόνιων διαδικασιών, οι οποίες είναι ουσιαστικά αδύνατο να επηρεαστούν από την πραγματοποίηση μίας σύντομης διάρκειας διδακτικής παρέμβασης (Μήτσης, 2004; Μπέλλα, 2015; Χαραλαμπίδης & Χατζησαββίδης, 1997). Εφόσον τα φύλλα αξιολόγησης για τη Γλώσσα περιλάμβαναν και την παραγωγή γραπτού λόγου, λογικό είναι τα αποτελέσματα να επηρεάστηκαν, κυρίως, από το ήδη υπάρχον υπόβαθρο των μαθητών και όχι από τη διδακτική παρέμβαση.

Ερχόμενοι στα αποτελέσματα από τη διδασκαλία των Μαθηματικών, η εικόνα είναι εντελώς διαφορετική. Από την ανάλυση των δεδομένων, τόσο στο φύλλο αξιολόγησης (άμεσο αποτέλεσμα) όσο και στο delayed post-test, διαπιστώθηκε ότι η διδασκαλία με τα drones πέτυχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και συνέβαλε στη μεγαλύτερη διατηρησιμότητα των γνώσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας, συγκριτικά με τη συμβατική διδασκαλία και για τις ενότητες που επιλέχθηκαν για να διδαχθούν με αυτόν τον τρόπο. Τα παραπάνω δεδομένα επιβεβαιώνουν τις δύο πρώτες ερευνητικές υποθέσεις σε σχέση με το γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών. Θα πρέπει να επισημανθεί, ότι η διδασκαλία των Μαθηματικών με τα drones πραγματοποιήθηκε εντός της σχολικής αίθουσας, γεγονός που δεν αποσυντόνισε τους μαθητές, αλλά διατήρησε ένα σαφές κλίμα μάθησης, στο πλαίσιο του οποίου αξιοποιήθηκαν τα drones, επηρεάζοντας θετικά την όλη διαδικασία. Με άλλα λόγια, επιβεβαιώθηκε, όπως με τη Γλώσσα, η άποψη ότι τα drones ενισχύουν τα κίνητρα για μάθηση και ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των μαθητών (Carnahan, Crowley, Hummel & Sheehy, 2016).

Οι μαθητές εκτέλεσαν δραστηριότητες με τα drones κατά τη διάρκεια της φάσης της Ανάδειξης και Αναδόμησης ιδεών, συνεργατικά σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων και εξ ολοκλήρου μόνοι τους, χωρίς, δηλαδή, την υποστήριξη του εκπαιδευτικού. Το γεγονός ότι πέτυχαν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, φαίνεται να επιβεβαιώνει τις απόψεις άλλων ερευνητών, οι οποίοι θεωρούν ότι όταν οι μαθητές έχουν υψηλό βαθμό αυτονομίας και αυτενέργειας μπορούν να πετύχουν καλύτερες επιδόσεις (Ertmer & Newby, 2013; Hong, McGee, & Howard, 2000; Mayer & Moreno, 2003). Η χρήση drones φαίνεται από τα αποτελέσματα της έρευνας ότι μπορεί να ενταχθεί αποτελεσματικά σε συνεργατικό πλαίσιο, όπως προτείνουν οι Carnahan, Zieger και Crowley (2016) και οι μαθητές να αποκομίσουν επιπλέον και τα οφέλη που μπορούν να απορρέουν από αυτό (κοινωνικές δεξιότητες, επικοινωνιακές δεξιότητες κ.α.) (Bandura, 1977; Cummins, 2005; Johnson & Johnson, 1993).

Δεν πρέπει επίσης, να διαφεύγει το γεγονός ότι οι μαθητές αυτενεργούσαν στο πλαίσιο βιωματικών δραστηριοτήτων, ικανοποιώντας έτσι τις αρχές του Κονστρουκτιβισμού, που υποστηρίζει ότι η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από το άτομο (Gagne, 1970; Bruner, 1966; Piaget, 1972; Von Glasersfeld, 1995). Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί η άποψη ότι τα drones αποτέλεσαν ένα σημαντικό μαθησιακό βοήθημα, ενίσχυσαν την πραγματοποίηση απαιτητικών δραστηριοτήτων και συνέβαλαν στην επίτευξη των διδακτικών στόχων, δημιουργώντας ένα ενισχυμένο πλαίσιο μάθησης που συντέλεσε στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων από τους μαθητές (Cummins, 2005).

Από το φύλλο εντυπώσεων προκύπτει η εμφανώς θετική στάση των μαθητών απέναντι στα drones και αυτό επιβεβαιώνει την τρίτη ερευνητική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία οι μαθητές διαμορφώνουν θετικές στάσεις και αντιλήψεις αναφορικά με την αξιοποίηση των drones στο πλαίσιο της διδασκαλίας τους. Για παράδειγμα, το σύνολό τους δήλωσε ότι θα ξαναχρησιμοποιούσαν τα drones με την πρώτη ευκαιρία. Επίσης, από τις απαντήσεις τους φάνηκε ότι θεώρησαν το μάθημα με τη χρήση drones πολύ ελκυστικό και πολύ χρήσιμο για τη διδασκαλία συνολικά. Οι απόψεις αυτές επιβεβαιώνουν τα ευρήματα της έρευνας των Smith, Sefton και Chaffer (2015). Επίσης, από τις δηλώσεις των μαθητών σχετικά με το χειρισμό των drones φάνηκε ότι ο χειρισμός και η βιντεοσκόπηση δεν δημιούργησε ιδιαίτερα προβλήματα. Αυτό ικανοποιεί τον άξονα "operation-χρήση" του μοντέλου SOAR, που αφορά την κατάκτηση της ικανότητας χειρισμού για την

πραγματοποίηση επιτυχημένης διδασκαλίας (Carnahan, Zieger & Crowley, 2016). Το ότι οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν σοβαρά προβλήματα από τη χρήση των drones, θα μπορούσε να ερμηνευθεί από το γεγονός ότι οι νέοι είναι ικανοί χρήστες της τεχνολογίας και προσαρμόζονται εύκολα σε αυτή (Beheshti, 2012; Prensky, 2001; Whitton, 2007). Τέλος, η υψηλή ελκυστικότητα των μαθημάτων με τη χρήση των drones, θα μπορούσε να ερμηνευτεί από τα παιγνιώδη χαρακτηριστικά που απέκτησε η διδασκαλία με τη χρήση τους, αλλά και με τα υψηλά επίπεδα αυτενέργειας των μαθητών, παράγοντες που θεωρείται ότι συμβάλλουν στην επίτευξη ικανοποιητικών μαθησιακών αποτελεσμάτων (Φωκίδης, 2017; Prensky, 2001; Wood & Bennett, 2001).

Συμπεράσματα-Προτάσεις

Από τη συνολική θεώρηση των επιμέρους ευρημάτων και την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτουν συγκεκριμένες διαπιστώσεις αναφορικά με την αξιοποίηση των drones στη διδασκαλία, οι οποίες αναλυτικότερα παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πιο συγκεκριμένα, οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις που παρουσιάστηκαν στην παρούσα εργασία είχαν αντίθετα μεταξύ τους αποτελέσματα. Σε σχέση με τις διδακτικές ενότητες που επιλέχθηκαν, η διδασκαλία των Μαθηματικών με χρήση drones είχε αξιοσημείωτη επιτυχία, σε αντίθεση με τη διδασκαλία της Γλώσσας που δεν επαληθεύτηκε η ερευνητική υπόθεση. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι νέα, άγνωστη και ανεξερεύνητη, μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα από την ένταξη των drones στην εκπαιδευτική πράξη κρίνονται ως ελπιδοφόρα. Από την άλλη, όμως, πλευρά, αναδείχθηκε η έντονη ανάγκη για περαιτέρω έρευνα. Στο πλαίσιο αυτό, και έχοντας ως βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε, ήδη σχεδιάζονται τα επόμενα βήματα, που περιλαμβάνουν την πραγματοποίηση διδακτικών παρεμβάσεων σε άλλα γνωστικά αντικείμενα.

Επίσης, στη βάση των προαναφερθέντων αποτελεσμάτων, θα μπορούσαν να γίνουν οι παρακάτω προτάσεις αξιοποίησης των drones, ένα πρωτόλειο πλαίσιο ένταξής τους στην εκπαιδευτική πρακτική, που προκύπτει, σε κάποιο βαθμό, και από την εμπειρία που αποκτήθηκε:

- Η διδασκαλία σε εξωτερικό χώρο θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, ειδικά όταν οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση τους ή με τη μάθηση εκτός σχολικής τάξης.
- Η διδασκαλία έχει μεγαλύτερη επιτυχία όταν οι μαθητές εργάζονται και χειρίζονται τα drones μόνοι τους (προϋποθέτοντας ότι οι πτήσεις δεν είναι απαιτητικές από άποψη δεξιοτήτων χειρισμού).
- Η διδασκαλία έχει μεγαλύτερη επιτυχία όταν οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, συνεπώς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ομαδοσυνεργατικές μέθοδοι διδασκαλίας.
- Μπορούν να αποτελέσουν ένα σύγχρονο μαθησιακό βοήθημα για την πραγματοποίηση απαιτητικών δραστηριοτήτων, αν μάλιστα πλαισιωθούν από σύγχρονες θεωρίες μάθησης.
- Η ένταξή τους μπορεί να στηριχθεί σε στοιχεία της παιγνιώδους μάθησης. Αυτό γιατί οι μαθητές αναγνωρίζουν και εκθειάζουν τον παιγνιώδη χαρακτήρα τους.

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς οι οποίοι πρέπει να αναφερθούν. Πραγματοποιήθηκε σε δημοτικό σχολείο στην πόλη της Ρόδου και το δείγμα ήταν 40 μαθητές της Ε΄ τάξης. Συνεπώς, τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν το συγκεκριμένο δείγμα, στη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Επίσης, τα drones που χρησιμοποιήθηκαν ήταν χαμηλού κόστους. Αυτό συνεπάγεται τον πιο δύσκολο χειρισμό τους, μικρή διάρκεια πτήσεων λόγω των μπαταριών τους και πιο συχνή αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων. Όμως, παρότι πιο ακριβά drones, ίσως, να προσέφεραν περισσότερες δυνατότητες, η προμήθειά τους θα ήταν εκτός των οικονομικών δυνατοτήτων των σχολείων. Τέλος, η έλλειψη ερευνών και θεωριών σε σχέση με το προς διερεύνηση θέμα συντέλεσε, ώστε ο σχεδιασμός των διδακτικών παρεμβάσεων να γίνει προς άγνωστες κατευθύνσεις και με μεγάλες πιθανότητες αποτυχίας.

Από την άλλη όμως πλευρά, τα ανεξερεύνητα εκπαιδευτικά δυναμικά των drones, δίνει τη δυνατότητα για την πραγματοποίηση ποικίλων μελλοντικών ερευνών. Συγκεκριμένα, μπορούν να πραγματοποιηθούν πιο εκτεταμένες παρεμβάσεις στο αντικείμενο της Γλώσσας, μιας και, λόγω των αποτελεσμάτων, φάνηκε ότι το θέμα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Στα Μαθηματικά θα μπορούσε να επιλεχθούν κι άλλες διδακτικές ενότητες που προσφέρονται για αξιοποίηση των drones. Μπορεί να διερευνηθεί η αξιοποίησή τους σε άλλα διδακτικά αντικείμενα όπως αυτά της Φυσικής και της

Γεωγραφίας. Το θεωρητικό πλαίσιο ένταξής τους επίσης χρήζει μελέτης. Μεγαλύτερα δείγματα μαθητών, διαφορετικών τάξεων/ηλικιών και σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, θα προσέφεραν πιο ασφαλή αποτελέσματα. Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνει διερεύνηση της εκπαιδευτικής χρήσης των drones σε άλλες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τέλος, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν πιο προηγμένα drones με περισσότερες δυνατότητες και διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Κωστούλη, Τ. (2001). Κειμενοκεντρική προσέγγιση και γλωσσικό μάθημα. Στο Α. Φ. Χριστίδης (Επιμ.) *Εγκυκλοπαιδικός οδηγός για τη γλώσσα* (σσ. 230-233). Θεσσαλονίκη: Κέντρο Ελληνικής Γλώσσας.
- Μήτσης, Ν. (2004). *Η διδασκαλία της γλώσσας υπό το πρίσμα της επικοινωνιακής προσέγγισης*. Αθήνα: Gutenberg.
- Μπέλλα, Σ. (2015). *Πραγματολογία: Από τη γλωσσική επικοινωνία στη γλωσσική διδασκαλία*. Αθήνα: Gutenberg.
- Τούμασης, Μ. (1999). *Σύγχρονη διδακτική των μαθηματικών*. Αθήνα: Gutenberg.
- Φιλίππου, Γ., & Χρίστου, Κ. (2004). *Διδακτική των Μαθηματικών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Φωκίδης, Ε. (2017). Τρισδιάστατα εκπαιδευτικά παιχνίδια, σοβαρά παιχνίδια. Στο Α. Σοφός (Επιμ.), *Παιδαγωγική αξιοποίηση ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου (υπό έκδοση).
- Χαραλαμπόπουλος, Α., & Χατζησαββίδης, Σ. (1997). *Διδασκαλία της λειτουργικής χρήσης της γλώσσας*. Θεσσαλονίκη: Κώδικας.
- Wood, E. & Bennett, N. (2001). Οι θεωρίες των εκπαιδευτικών για το παιχνίδι. Κονστρουκτιβισμός ή κοινωνικός κονστρουκτιβισμός. Στο Σ. Αυγητίδου (Επ.), *Το παιχνίδι: σύγχρονες ερευνητικές και διδακτικές προσεγγίσεις* Σ. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Ξενόγλωσση

- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Beaugrande, R. A., & Dresser, W. U. (1983). *Introduction to text linguistics*. London: Longman.
- Beheshti, J. (2012). Virtual environments for children and teens. In C. Eichenberg (Ed.), *Virtual reality in psychological, medical and pedagogical applications* (pp. 271-286). Croatia: InTech.
- Birtchnell, T., & Gibson, C. (2015). Less talk more drone: social research with UAVs. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(1), 182-189.
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). Robust test for the equality of variance. *Journal of American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass: Belkapp.
- Carnahan, C., Crowley, K., Hummel, L., & Sheehy, L. (2016, March). New perspectives on education: Drones in the classroom. *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2016, No. 1, pp. 1920-1924).
- Carnahan, C., Zieger L., & Crowley, K. (2016). *Drones in education. Let your students' imaginations soar*.
- Chomsky, N. (2014). *Aspects of the theory of syntax* (Vol. 11). MIT press.

- Cooper, D. P. (1993). Paradigm shifts in designing instruction: from behaviourism to cognitivism. *Educational Technology*, 33(5), 12-19.
- Corder, G. W., & Foreman, D. I. (2009). *Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach*. John Wiley & Sons.
- Cummins, J. (2005). *Negotiating identities: Education for empowerment in a diverse society*. Los Angeles: California Association for Bilingual Education and Stoke on Trent.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 18, 105-122.
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- Gagne, R. M. (1970). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Halliday, M. A. K. (1978). *Language as social semiotic*. London: Arnold.
- Hong, N. S., McGee, S., & Howard, B. C. (2000). The effect of multimedia learning environments on well-structured and ill-structured problem-solving skills. *Proceedings of the American Educational Research Association Annual Meeting* (Vol. 2000, No. 1).
- Hymes, D. (1972). On communicative competence. *Sociolinguistics*, 269293, 269-293.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1993). Creative and critical thinking through academic controversy. *American Behavioral Scientist*, 37(1), 40-53.
- Kourtis-Kazoullis, V. & Vlachos, K. (2014). Introduction to Special Issue: The Evolution of CALL and Current Research in New Media. *Research Papers in Language Teaching and Learning, Hellenic Open University* 5(1), 4-15.
- Krajník, T., Vonásek, V., Fišer, D., & Faigl, J. (2011, June). *AR-drone as a platform for robotic research and education*. *Proceedings of the International Conference on Research and Education in Robotics*, 172-186. Berlin Heidelberg: Springer.
- Levy, L. (2015, October). *What drone technology can teach students*. Retrieved from <http://www.edudemic.com/drones-classroom-can-happen/>
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
- Piaget, J. (1972). Development and learning. In C. S., Lavatelly, & F., Stendler (Eds.) *Reading in Child Behavior and Development*. New York: Hartcourt Brace Janovich.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Siegel, S., & Castellan Jr, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York: McGraw-Hill.
- Smith, P., Sefton, V., & Chaffer, L. (2015). Drones: ICT in action. *Geography Bulletin*, 47(2), 25.
- Tran K. (2016, September). *Flying drones at school: What do you need to know?* Retrieved from <http://www.schoolgovernance.net.au/2016/09/08/flying-drones-at-school-what-do-you-need-to-know/>
- Von Glasersfeld, E. (1995). Radical constructivism: A way of knowing and learning. *Studies in mathematics education series 6*. Bristol, PA: Falmer Press, Taylor & Francis.
- Vukovic, R. (2016, May). *Drones in schools: Education reaching new heights*. Retrieved from <http://au.educationhq.com/news/34778/drones-in-schools-education-reaching-new-heights/#>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.

- Warschauer, M., & Healey, D. (1998). Computers and language leaning: An overview. *Language Teaching*, 31,57-71.
- Whitton, N. (2007). *An Investigation into the potential of collaborative computer game-based learning in higher education* (Doctoral dissertation, Napier University).
- Wolpert-Gawron, H. (2015, November). *7 ways to use drones in the classroom*. Retrieved from <http://www.edutopia.org/blog/7-ways-use-drones-classroom-heather-wolpert-gawron>