

ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

PANTEION UNIVERSITY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ”

“Πολυαισθητηριακή Αντίληψη και Εκμάθηση Προγραμματισμού”

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ευμορφία - Φαίδρα Μαυροειδή

A.M.: 0618M027

Αθήνα, 2020

Τριμελής Επιτροπή

Βατάκη Αργυρώ, Επίκουρη καθηγήτρια Παντείου Πανεπιστημίου (Επιβλέπουσα)

Σαμαρτζή Σταυρούλα, Καθηγήτρια Παντείου Πανεπιστημίου

Μέλλον Ρόμπερτ, Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Εισαγωγή.....	6
Η έννοια του προγραμματισμού.....	6
Οφέλη του προγραμματισμού.....	8
Μάθηση και μέθοδοι διδασκαλίας.....	10
Συμβατική (Conventional).....	10
Μικτή (Blended).....	11
Πολυαισθητηριακή(Multisensory).....	11
Οφέλη της πολυαισθητηριακής μάθησης.....	12
Η παρούσα έρευνα.....	14
Μεθοδολογία.....	15
Συμμετέχοντες.....	15
Ερευνητικό υλικό και εργαλεία.....	15
Opensesame.....	15
Οπτικά ερεθίσματα.....	16
Ακουστικά ερεθίσματα.....	18
Πειραματικός σχεδιασμός.....	20
Διαδικασία.....	21
Φάση εκμάθησης (Training).....	22
Φάση εξέτασης.....	24
Αποτελέσματα.....	27
Συζήτηση.....	33
Συμπεράσματα.....	33
Περιορισμοί.....	37
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	38
Βιβλιογραφία.....	40

Πίνακες

Πίνακας 1. Εντολές προγραμματισμού ScratchJr και οι αντίστοιχες λεκτικές περιγραφές	18
Πίνακας 2. Αποτελέσματα χορήγησης ερωτηματολογίου για τη συνάφεια λεκτικών και ηχητικών ερεθισμάτων	20
Πίνακας 3. Σχεδιασμός πειραματικών συνθηκών	21

Γραφήματα και Εικόνες

Γράφημα 1. Επίδοση ανά ομάδα στο πρώτο πειραματικό έργο	29
Γράφημα 2. Επίδοση ανά ομάδα στο δεύτερο πειραματικό έργο	29
Γράφημα 3. Επίδοση ανά ομάδα στο τρίτο πειραματικό έργο	30
Γράφημα 4. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο πρώτο πειραματικό έργο	31
Γράφημα 5. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο δεύτερο πειραματικό έργο	31
Γράφημα 6. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο τρίτο πειραματικό έργο	32
Εικόνα 1. Πρώτο μέρος φάσης εκμάθησης - Παρουσίαση εντολών	23
Εικόνα 2. Δεύτερο μέρος φάσης εκμάθησης - Οδηγίες σεναρίου	24
Εικόνα 3. Δεύτερο μέρος φάσης εκμάθησης - Παράδειγμα σεναρίου	24
Εικόνα 4. Φάση εξέτασης - Πρώτο πειραματικό έργο	25
Εικόνα 5. Φάση εξέτασης - Δεύτερο πειραματικό έργο	26
Εικόνα 6. Φάση εξέτασης - Τρίτο πειραματικό έργο	26

Περίληψη

Το αντικείμενο του προγραμματισμού παραδοσιακά θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολο, και πολύπλοκο, του οποίου η εκμάθηση αφορά, συνήθως, μόνο φοιτητές σχολών πληροφορικής. Παρά ταύτα, τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο δημοφιλής και στις μικρότερες ηλικίες, αφού έχει αποδειχθεί ερευνητικά η θετική επίδρασή του στις γνωστικές λειτουργίες ήδη από την παιδική ηλικία. Παράλληλα, είναι αποδεδειγμένο ότι τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα, όταν γίνονται αντιληπτά μέσω δύο ή παραπάνω αισθήσεων ταυτόχρονα, δέχονται ταχύτερη και αποτελεσματικότερη επεξεργασία και αποθήκευση από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Με βάση τα παραπάνω, στην παρούσα έρευνα έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί η τυχόν θετική επίδραση της πολυαισθητηριακής αντίληψης στην εκμάθηση προγραμματιστικών εντολών. Βασική ερευνητική υπόθεση υπήρξε η στατιστικά σημαντική επίδραση ενός πολυαισθητηριακού περιβάλλοντος μάθησης στην εκμάθηση εντολών προγραμματισμού, σε αντίθεση με ένα μονοαισθητηριακό περιβάλλον μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, συμμετέχοντες εξασκήθηκαν στην εκμάθηση εντολών, χωρισμένοι σε δύο ομάδες. Οι μισοί πήραν μέρος σε συνθήκη εκμάθησης με οπτικοακουστικά ερεθίσματα, ενώ οι υπόλοιποι συμμετείχαν σε συνθήκη εκμάθησης με οπτικά μόνο ερεθίσματα. Η επίδραση της φάσης εκμάθησης ελέγχθηκε σε τρία πειραματικά έργα ταχείας απόκρισης, κοινά για όλους τους συμμετέχοντες, με οπτικά μόνο ερεθίσματα, μέσω των οποίων μετρήθηκαν δύο μεταβλητές, η επίδοση και η ταχύτητα απόκρισης. Τα αποτελέσματα του πειραματικού χειρισμού βρέθηκαν σχεδόν στο σύνολό τους στατιστικώς σημαντικά και επιβεβαίωσαν την ερευνητική υπόθεση. Τέλος, σε συνδυασμό και με τους μεθοδολογικούς περιορισμούς διαμορφώνονται προτάσεις για περαιτέρω μελέτη της αρχικής υπόθεσης.

Λέξεις - Κλειδιά: πολυαισθητηριακή αντίληψη, πολυαισθητηριακή μάθηση, προγραμματισμός.

Abstract

Traditionally, programming is thought to be a particularly complicated field, which usually concerns only those studying computer science. However, over the last years, programming has become more and more popular among younger people too, due to its positive effect on critical cognitive functions. Meanwhile, according to previous research, environmental stimuli are subject to faster and more accurate processing and storage from the human brain, when they are being processed through two or more senses at the same time. Based on the above findings, our main goal was to investigate if a multisensory learning environment would be able to cause a statistically more significant effect on programming commands' learning, in comparison with a unisensory environment. More specifically, participants took part in a training, in order to comprehend and learn several programming commands, separated in two different groups. Half of them participated in a visual-auditory stimuli training, while the rest of them participated in a visual-only stimuli training. The effect of the training phase was tested by three, quick response, experimental tasks. These tasks contained visual only stimuli and were exactly the same for all of the participants. The dependent variables of the present research were accuracy and speed of the participants' responses. The results were found to be statistically significant for both variables with one exception only and confirmed our assumptions. Finally, proposals for further research are being presented, taking in account all methodological limitations.

Keywords: Multisensory perception, multisensory learning, programming

1. Εισαγωγή

1.1 Η έννοια του προγραμματισμού

Η προγραμματιστική διαδικασία κρύβεται πίσω από την πλειονότητα των καθημερινών εργασιών μας, από τη χρήση του υπολογιστή και του κινητού τηλεφώνου μέχρι το ψυγείο και το πλυντήριο μας. Χωρίς να είναι αντιληπτό από τον χρήστη μιας συσκευής, κάθε απλό πάτημα ενός κουμπιού θέτει σε λειτουργία μία διαδικασία, που βασίζεται στον προγραμματισμό μιας ακολουθίας εντολών, και η οποία εκτελείται στο υπόβαθρο μέσα σε κλάσματα δευτερολέπτου, ώστε εμείς να έχουμε άμεσα διαθέσιμο στην οθόνη μας το επιθυμητό αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τον Resnick (2006), οι υπολογιστές έχουν τη μοναδική ικανότητα να αναπαριστούν εικονικά δημιουργικά έργα, τα οποία θα ήταν δύσκολο ή και ακατόρθωτο να πραγματοποιηθούν στο φυσικό κόσμο.

Η ανάπτυξη λογισμικού, ευρύτερα γνωστή ως “προγραμματισμός”, αναφέρεται στο σχεδιασμό και τη δημιουργία εκτελέσιμων υπολογιστικών προγραμμάτων (Ahmed, Capretz, Bouktif, & Campbell, 2015). Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η προγραμματιστική διαδικασία μπορεί να ερμηνευθεί ως διαδικασία επίλυσης προβλήματος, αν τη χωρίσουμε σε ξεχωριστά βήματα. Βασική προϋπόθεση αποτελεί, αρχικά, η κατανόηση του προβλήματος, ακολουθεί ο νοητικός σχεδιασμός της επίλυσης, η συγγραφή κώδικα και τέλος η αποσφαλμάτωση (Dalbey & Linn, 1985· Wing, 2006). Τα προγράμματα, που δημιουργούνται με τη βοήθεια του κώδικα μπορούν να έχουν πληθώρα διαφορετικών λειτουργιών και δυνατότητα εφαρμογής σε αμέτρητα περιβάλλοντα. Έτσι, συμπεραίνεται πως η δημιουργία ενός ακριβούς ορισμού για τον προγραμματισμό αποτελεί, εν μέρει, πρόβλημα, αφού αφορά ένα πολύπλοκο σύνολο δραστηριοτήτων, οι οποίες ποικίλλουν, σύμφωνα με πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, παραδείγματος χάρη τι είναι αυτό που θέλουμε κάθε φορά να προγραμματίσουμε (Kurland, Clement, Mawby, & Pea, 1987).

Παράλληλα, η ανάπτυξη λογισμικού αποτελεί έναν ταχύτατα αναπτυσσόμενο επαγγελματικό κλάδο, ο οποίος αφορά μία ποικιλία διαφορετικών επιστημών και επαγγελμάτων και όχι μόνο τον κλάδο της πληροφορικής, όπως θα μπορούσε εύκολα να φανταστεί κανείς. Ως δεξιότητα αποτελεί, σήμερα, σπουδαίο

εφόδιο για την εύρεση εργασίας, αφού εμπλέκεται στην επίλυση αναρίθμητων προβλημάτων και διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Διάυλο αυτής της επικοινωνίας αποτελεί ο μεγάλος αριθμός γλωσσών προγραμματισμού, κάθε μία από τις οποίες έχει ιδιαίτερους συντακτικούς και γραμματικούς κανόνες αλλά και διαφορετικές μεταξύ τους λειτουργίες, όπως ακριβώς η γλώσσα που μιλάμε, γεγονός που τους προσδίδει μία σαφή δυσκολία ως προς την εκμάθησή τους (Ambrosio, Costa, Almeida, Franco &, Macedo, 2011).

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό πως ακόμα και οι βασικές γνώσεις προγραμματισμού σταδιακά καθίστανται απαραίτητες για κάθε άνθρωπο, τόσο στην καθημερινή του ζωή όσο και στην εργασία του. Οι νέοι, μέχρι πολύ πρόσφατα, σπάνια έρχονταν σε επαφή με τον προγραμματισμό ήδη από το σχολείο, και, συνήθως, η εξοικείωσή τους με τον κλάδο γινόταν κατά τη φοίτησή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αποκλειστικά για όσους επέλεξαν σχολές αντίστοιχου εκπαιδευτικού περιεχομένου. Παρά την όλο και μεγαλύτερη ζήτησή του, όμως, ο προγραμματισμός παραμένει ένα αντικείμενο, που προκαλεί ιδιαίτερες δυσκολίες σε όσους επιδιώκουν να εκπαιδευτούν σε αυτό (Coull & Duncan, 2011). Είναι πολύ συχνή για τους νέους που δεν ασχολούνται με τον προγραμματισμό στο σχολείο ή το πανεπιστήμιο η άποψη ότι πρόκειται για ιδιαίτερα δύσκολο και δυσνόητο αντικείμενο αλλά και η αρνητική τους στάση προς αυτόν.

Γιατί, όμως, υπάρχει τόσο αρνητική προκατάληψη ενάντια στην ανάπτυξη λογισμικού; Η αλήθεια είναι πως, όντως, πρόκειται για ένα αντικείμενο μάθησης ιδιαίτερα σύνθετο, με σαφείς δυσκολίες. Εκείνος, ο οποίος θα ξεκινήσει να μαθαίνει μία γλώσσα προγραμματισμού έρχεται αντιμέτωπος με αρκετά διαφορετικά σημεία, τα οποία απαρτίζουν ένα ευρύτερο, πολύπλοκο αντικείμενο μάθησης. Συγκεκριμένα, έχει να αντιμετωπίσει την πρόκληση του να μάθει τη σύνταξη μιας νέας γλώσσας, τις διάφορες εντολές της, τη σημασία τους, την έννοια των αλγορίθμων αλλά και τους τρόπους σχεδιασμού ενός προγράμματος, γεγονός που καθιστά τη διαδικασία μάθησης ιδιαίτερα περίπλοκη για κάποιον αρχάριο (Brown και Wilson, 2018). Πρόκειται για μία διαδικασία, που απαιτεί ταυτόχρονη λειτουργία διαφορετικών γνωστικών διεργασιών, όπως είναι η μνήμη, η προσοχή, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων αλλά και η ικανότητα εύρεσης και αξιολόγησης κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης (Scherer, 2016). Αξίζει, ακόμη, να

τονιστεί πως η δυσκολία εκμάθησης του προγραμματισμού δεν έγκειται μόνο στη συγγραφή του κώδικα, όπως πολλοί πιστεύουν, αλλά πρωταρχικά στην κατανόησή του (Maalej, Tiarks, Roehm, &, Koschke, 2014), γεγονός, που ισχύει και γενικότερα στις ανθρώπινες γλώσσες, μέσω των οποίων επικοινωνούν οι άνθρωποι. Μία ακόμη δυσκολία της εκμάθησης του προγραμματισμού αποτελεί ο ίδιος ο τρόπος διδασκαλίας του, αφού αποτελεί αντικείμενο, το οποίο δεν μπορεί να αφομοιωθεί διαβάζοντας απλά ένα βιβλίο, αλλά αντίθετα μαθαίνεται μέσα από την πράξη, μέσα από την ίδια την εφαρμογή του προγραμματισμού (Jenkins, 2002). Από όλα τα παραπάνω, προκύπτει η ανάγκη να βρεθούν νέοι, εναλλακτικοί, διαδραστικοί τρόποι διδασκαλίας, που θα αντικαταστήσουν την παραδοσιακή διδασκαλία και θα προσφέρουν κίνητρο στους εκπαιδευόμενους.

Τα τελευταία χρόνια, βέβαια, αυτή η παραδοσιακά αρνητική στάση προς τον προγραμματισμό φαίνεται σταδιακά να αλλάζει, αφού η εκμάθηση βασικών εννοιών και λειτουργιών του προγραμματισμού υπολογιστών εισάγεται σιγά σιγά στην εκπαίδευση, ήδη από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού, είτε στο σχολείο είτε εξωσχολικά στο γενικότερο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics). Πλέον, δίνεται όλο και πιο μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξη απαραίτητων δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως είναι για παράδειγμα η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη, η συνεργατικότητα, η υπολογιστική σκέψη και ο ψηφιακός γραμματισμός, τα οποία έχουν άμεση σχέση με την ικανότητα προγραμματισμού (Papadakis, Kalogiannakis, & Zaranis, 2016).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα καθίσταται σαφές, πως η εκμάθηση της προγραμματιστικής λογικής, από την παιδική κιόλας ηλικία, μπορεί να μειώσει σημαντικά τα επίπεδα δυσκολίας εκμάθησης του προγραμματισμού, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να ωφελήσει σημαντικά τη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου και να το εφοδιάσει με απαραίτητες για το μέλλον του δεξιότητες.

1.2 Οφέλη του προγραμματισμού

Παραπάνω έγινε αναφορά συγκεκριμένων γνωστικών δεξιοτήτων, οι οποίες φαίνεται να έχουν άμεση σχέση με την εκμάθηση προγραμματισμού. Τι οφέλη θα μπορούσαν, λοιπόν, να έχουν οι νέοι μέσα από την εκμάθηση του προγραμματισμού; Η έμφαση, που δίνεται τα τελευταία χρόνια στον

προγραμματισμό και την εκμάθησή του, ήδη από τα πρώτα χρόνια της βασικής εκπαίδευσης, έχει κινητοποιήσει σε μεγάλο βαθμό την έρευνα, ώστε να βρεθούν από τη μία πλευρά αποτελεσματικότεροι τρόποι εκμάθησής του και από την άλλη να εντοπιστούν οι θετικές επιδράσεις, που μπορεί να έχει στον άνθρωπο, ήδη από την παιδική του ηλικία. Λόγω της αυξανόμενης δημοτικότητάς του ως εκπαιδευτικού τομέα έχει αναπτυχθεί πλήθος νέων εργαλείων, εκπαιδευτικών μεθόδων και σχολικών παρεμβάσεων για τα νέα παιδιά, ώστε να εξερευνήσουν τον κόσμο του υπολογιστικού προγραμματισμού (Balanskat & Engelhardt, 2015· Livingstone, 2012). Έρευνες, που έχουν πραγματοποιηθεί έως και σήμερα με παιδιά, έχουν δείξει ιδιαίτερα σημαντικά πλεονεκτήματα, που μπορεί να έχει η εξοικείωση με την τεχνολογία και τη μηχανική από τα πρώιμα, ήδη, στάδια της παιδικής ηλικίας. Παρά ταύτα, ο αριθμός ερευνών πάνω στον προγραμματισμό και τους τομείς γνώσης που καλλιεργούνται, όταν τα παιδιά εξοικειώνονται με αυτόν, είναι ακόμα αρκετά περιορισμένος και η ανάγκη για επιπλέον έρευνα αυξάνεται διαρκώς.

Κάποια από τα μεγαλύτερα οφέλη, που έχουν αποδειχθεί μέσω της έρευνας, είναι η ανάπτυξη των επιτελικών λειτουργιών, της μαθηματικής σκέψης και των γλωσσικών ικανοτήτων, αλλά και η βελτίωση της ικανότητας του λογικού συλλογισμού και των αιτιακών ακολουθιών (Bers 2008· Clements & Sarama 2003· Flannery & Bers 2013· Kazakoff & Bers 2012· Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2013). Γενικότερα, ο προγραμματισμός είναι παραδοσιακά συνδεδεμένος με τέτοιου είδους δεξιότητες, αφού ο ίδιος απαιτεί δομημένο, λογικό και εστιασμένο στη λεπτομέρεια συλλογισμό (Portelance & Bers, 2015). Περαιτέρω πλεονεκτήματα, που φαίνεται να έχει η ενασχόληση των παιδιών με τον προγραμματισμό, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα, είναι, πρωταρχικά, η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης (Kazakoff & Bers, 2012· Kazakoff κ.α., 2013· Grover & Pea, 2013· Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014· Strawhacker, Portelance, Lee, & Bers, 2015b) αλλά και η θετική επίδραση στην απόδοση των μαθητών στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες (Wang, Wang, & Liu, 2014). Επιπλέον, έχουν βρεθεί περιορισμένα ευρήματα για θετικές επιρροές στη γλωσσική ανάπτυξη και την κοινωνική αλληλεπίδραση (Wang κ.α., 2014), ενώ υπάρχουν και ενδείξεις για βελτίωση της χωρικής αντίληψης (Francis,

Khan, & Davis, 2016· Messer, Thomas, Holliman, & Kucirkova, 2018), για προαγωγή της δημιουργικής σκέψης (Scherer, 2016) και για αύξηση της αυτο-αποτελεσματικότητας (Psycharis & Kallia, 2017). Όσο, λοιπόν, η δημοτικότητα του προγραμματισμού αυξάνεται και η αποδοχή του γίνεται όλο και πιο ευρεία τίθεται το καίριο ερώτημα του πώς είναι εφικτό να διευκολυνθεί και να γίνει αποτελεσματικότερη η διαδικασία μάθησης.

1.3 Μάθηση και μέθοδοι διδασκαλίας

Η μάθηση αναφέρεται στην αλλαγή της συμπεριφοράς του ατόμου ως προς μία κατάσταση, ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων εμπειριών του ατόμου, όσον αφορά τη συγκεκριμένη κατάσταση, με την προϋπόθεση ότι η αλλαγή αυτή δεν είναι αποτέλεσμα βιολογικής ωρίμανσης του ατόμου, έμφυτης τάσης απόκρισής του σε ένα ερέθισμα ή βραχυπρόθεσμης επίδρασης ουσιών ή ασθένειας (Kumar, & Nazneen, 2016).

Η διδασκαλία και η εκμάθηση νέων δεξιοτήτων έχει λάβει ποικίλες μορφές στο πέρας του χρόνου. Για πολλά χρόνια επικρατούσαν οι παραδοσιακές μέθοδοι, ενώ ακόμα και σήμερα αυτές είναι οι κυρίαρχες στο βασικό εκπαιδευτικό σύστημα. Πέρα από τη συμβατική διδασκαλία και μάθηση, όμως, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν ανακαλυφθεί και άλλες εναλλακτικές μέθοδοι, όπως είναι η πολυαισθητηριακή (Dede, Salzman, Loftin & Sprague, 1999) και η μικτή προσέγγιση (Mead, Gray, Hamer, James, Sorva, Clair, & Thomas, 2006). Οι σύγχρονες αυτές μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρέως στη διαδεδομένη, σήμερα, τεχνολογικά ενισχυμένη, μάθηση και αναλύονται συνοπτικά παρακάτω με έμφαση στην πολυαισθητηριακή προσέγγιση, η οποία αποτελεί και τη βάση της παρούσας έρευνας.

1.3.1 Συμβατική (Conventional).

Η γνωστή σε όλους μας συμβατική μέθοδος διδασκαλίας αναφέρεται στην πρόσωπο με πρόσωπο μονόδρομη επικοινωνία της γνώσης από τον καθηγητή προς το μαθητή. Ο καθηγητής λαμβάνει έναν ηγετικό ρόλο και λειτουργεί ως καθοδηγητής, ενώ ελέγχει ο ίδιος τη διαδικασία της διδασκαλίας και λαμβάνει μόνος του όλες τις αποφάσεις. Οι εκπαιδευόμενοι διατηρούν μία πιο αδρανή στάση και έχουν το ρόλο του παθητικού δέκτη, αφού ακούν και παρακολουθούν τη

διάλεξη του καθηγητή καθισμένοι σε μία τάξη. Τα τελευταία χρόνια θεωρείται όλο και πιο παρωχημένα και τα τεχνολογικά μέσα αλλά και η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο έδαφος.

1.3.2 Μικτή (Blended). Η μικτή προσέγγιση αποτελεί συνδυασμό διαφορετικών διδακτικών και μαθησιακών μοντέλων. Πρόκειται για αμάλγαμα της συμβατικής, πρόσωπο με πρόσωπο διδακτικής μεθόδου και της απομακρυσμένης μεθόδου διδασκαλίας (e-learning). Η μέθοδος αυτή βοηθά στη βελτίωση της απορρόφησης του γνωστικού περιεχομένου από τους μαθητές και στην αποφυγή υιοθέτησης παθητικής στάσης των μαθητών και εξάρτησης από τον καθηγητή (Singh & Reed, 2001).

1.3.3 Πολυαισθητηριακή (Multisensory). Τα προηγούμενα χρόνια δεν ήταν λίγοι αυτοί, που εξέφρασαν τις ανησυχίες τους σχετικά με την ενασχόληση των παιδιών με τους υπολογιστές και την τεχνολογία γενικότερα. Υπήρχε, και υπάρχει ακόμα, η αντίληψη πως τα τεχνολογικά μέσα επηρεάζουν αρνητικά την εκπαίδευση και τη δημιουργικότητα των παιδιών, μετατρέποντάς τα σε παθητικούς δέκτες πληροφορίας (Cordes & Miller, 2000 · Oppenheimer, 2003). Φυσικά αυτή η άποψη δεν είναι απόλυτα λανθασμένη, αφού στην πραγματικότητα πολλοί νέοι αλλά και μεγαλύτεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους υπολογιστές με τέτοιο τρόπο. Παρά ταύτα, τα τελευταία χρόνια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή τα προγράμματα, είτε με είτε χωρίς τη χρήση υπολογιστή, που στόχο έχουν να εισάγουν τα παιδιά στις έννοιες του προγραμματισμού και της υπολογιστικής σκέψης, με ευχάριστο τρόπο, μέσα από την προσωπική τους εμπλοκή και την ανάπτυξη της δημιουργικότητάς τους. Στην προσπάθεια αυτή σπουδαίο ρόλο έχουν παίξει και τα προγράμματα STEM, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Όπως επισημαίνει και ο Resnick (2006), θα πρέπει τα παιδιά να μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τους υπολογιστές περισσότερο σαν πινέλα και λιγότερο σαν τηλεοράσεις, ώστε να τους δίνεται η ευκαιρία μέσα από το παιχνίδι να εξερευνούν, να πειραματίζονται και να δημιουργούν. Ήδη από το 1963 ο Bruner (1963) διατύπωσε την άποψη ότι είναι πιθανότερο να μάθει κανείς αποτελεσματικά και, ταυτόχρονα, να διασκεδάσει, αν εμπλακεί ο ίδιος στην εκμάθηση ως ενεργητικός συμμετέχων και όχι ως παθητικός δέκτης.

Η πολυαισθητηριακή μάθηση αποτελεί μια ραγδαία αναπτυσσόμενη προσέγγιση τις τελευταίες δεκαετίες και ασπάζεται πλήρως τις παραπάνω ιδέες.

Αυτό δε σημαίνει ότι η πολυαισθητηριακή μάθηση είναι εφικτή μόνο με τη βοήθεια των υπολογιστών και άλλων τεχνολογικών μέσων, όμως, στη σημερινή εποχή αυτός είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος εφαρμογής της. Βασίζεται στις αρχές της πολυαισθητηριακής αντίληψης, σύμφωνα με την οποία η αντίληψή μας για τον κόσμο και τα ερεθίσματα γύρω μας υλοποιείται μέσα από το συνδυασμό πληροφοριών, που εισέρχονται στον εγκέφαλο από δύο ή παραπάνω αισθητήρια όργανα. Έτσι, ο εκπαιδευόμενος μπορεί να αποκτήσει νέα γνώση μέσα από το συνδυασμό περισσότερων από μία αισθήσεων, όπως για παράδειγμα μέσω της όρασης, της ακοής ή και της αφής (Dede κ.α., 1999). Οποιαδήποτε πολυαισθητηριακή διαδικασία παίζει πολύ ουσιαστικό ρόλο στο σχηματισμό και τη διατήρηση αντιληπτικών και γνωστικών αναπαραστάσεων υψηλής ακρίβειας. Επιπρόσθετα, αποτελεί διαδικασία εξαιρετικά δυναμική και εύπλαστη ακόμα και κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής (Murray, Lewkowicz, Amedi, & Wallace, 2016).

1.4 Οφέλη της πολυαισθητηριακής μάθησης

Εκτεταμένος αριθμός ερευνών έχουν δείξει πως η πολυαισθητηριακή μάθηση είναι αισθητά πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με τη μονοαισθητηριακή μάθηση, παρά το γεγονός ότι η πλειονότητα της ερευνητικής δραστηριότητας έχει επικεντρωθεί για πολλά χρόνια στη μάθηση μέσω ερεθισμάτων, τα οποία προέρχονται από ένα μόνο αισθητήριο όργανο (Shams, & Seitz, 2008). Άλλωστε, η αντίληψή μας για τον κόσμο, στον οποίο ζούμε και αλληλεπιδρούμε είναι πολυαισθητηριακή, άρα παρόμοιος θα πρέπει να είναι και ο τρόπος με τον οποίο μαθαίνουμε νέα πράγματα (Shams, & Seitz, 2008). Για παράδειγμα, όταν περπατάμε στο δρόμο βλέπουμε τα αυτοκίνητα και, ταυτόχρονα, ακούμε τον ήχο της μηχανής τους ή της κόρνας τους. Αντίστοιχα, όταν τρώμε ένα γεύμα, ταυτόχρονα, μπορούμε να το δούμε, να το γευτούμε αλλά και να το μυρίσουμε ή όταν βρισκόμαστε στη θάλασσα μπορούμε να τη δούμε και ταυτόχρονα να ακούσουμε τον ήχο των κυμάτων της ακόμα και να τη μυρίσουμε. Η αναπαράσταση που σχηματίζεται στον εγκέφαλό μας για τον κόσμο γύρω μας είναι αποτέλεσμα ενοποίησης πολλαπλών πολυαισθητηριακών ερεθισμάτων και όχι αντίληψης μεμονωμένων ερεθισμάτων.

Σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα, υπάρχουν αποδείξεις για βελτιωμένα αποτελέσματα σε πολλαπλούς τομείς, όταν η διδασκαλία και η εκμάθηση γίνεται

με πολυαισθητηριακό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη θετική επίδρασή της στην αριθμητική αντίληψη αλλά και στη μνήμη (Jordan & Baker, 2011· Moran, Bachman, Pham, Cho, Cannon, & Shams, 2013· Thelen, Talsma, & Murray, 2015). Η συμβολή της πολυαισθητηριακής αντίληψης στην κατάκτηση αριθμητικών ικανοτήτων φάνηκε και στα αποτελέσματα περαιτέρω ερευνών (Baker & Jordan, 2015· Moyer-Packenham, Baker, Westenskow, Anderson, Shumway, & Rodzon, 2013). Σε πιο πρόσφατη έρευνα (Broadbent, White, Mareschal, & Kirkham, 2017), που έγινε με παιδιά 6 έως 10 ετών, ενισχύθηκε ακόμα περισσότερο η υπόθεση της υπεροχής των πολυαισθητηριακών έναντι των μονοαισθητηριακών σημάτων, όσον αφορά την άμεση μάθηση, και ιδιαίτερα όταν αυτά παρουσιάζονται ταυτόχρονα.

Αξιοσημείωτη είναι η δημοτικότητα, που έχει αποκτήσει σήμερα, η πολυαισθητηριακή διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης στις σχολικές τάξεις, αφού φαίνεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα τόσο στην κατανόηση όσο και στην απομνημόνευση. Σχολικά μαθήματα, όπως η ιστορία, η γεωγραφία, η φυσική, η χημεία και πολλά άλλα μπορούν να γίνουν πολύ πιο εύκολα αλλά και διασκεδαστικά, όταν ο δάσκαλος εκμεταλλεύεται τόσο την όραση, όσο και την ακοή αλλά και την αφή των μαθητών. Έτσι, πολύ σημαντικό πολυαισθητηριακό εργαλείο αποτελούν τα βίντεο και αλλά και διαφόρων ειδών παιχνίδια, τα οποία, ενώ είναι εκπαιδευτικού περιεχομένου, ταυτόχρονα, είναι και διασκεδαστικά, οπότε αυξάνουν το ενδιαφέρον και το κίνητρο ενασχόλησης για τους νέους (Covaci, Ghinea, Lin, Huang, & Shih, 2018). Επιπλέον, σύμφωνα με την έρευνα των Brandwein και συν. (2010), παιδιά 7 ετών και πάνω παρουσίασαν ταχύτερους χρόνους απόκρισης για οπτικοακουστικά ερεθίσματα που εμφανίζονταν ταυτόχρονα σε σύγκριση με μονοαισθητηριακά ερεθίσματα, ενώ φάνηκε, επίσης, πως η πολυαισθητηριακή ενσωμάτωση, σταδιακά με το πέρασ της ηλικίας, ωριμάζει και φτάνει στο ανώτατο επίπεδο περίπου στην ηλικία των 15 ετών. Ερευνητικά δεδομένα έχουν αναφέρει, επιπλέον, συμπεριφορικά πλεονεκτήματα της πολυαισθητηριακής αντίληψης, όπως είναι για παράδειγμα οι ταχύτερες κινητικές αποκρίσεις και η ευκολότερη αναγνώριση αντικειμένων σε περιβάλλοντα με θόρυβο (Stein, 2012). Τέλος, φαίνεται πως σαν διαδικασία δεν έχει μόνο την ικανότητα να βελτιστοποιεί τη μάθηση και τη μνήμη υπό φυσιολογικές συνθήκες,

αλλά μπορεί, επίσης, να παρέχει ευκαιρίες αποκατάστασης σε περιπτώσεις αισθητηριακής έκπτωσης ή απώλειας, λόγω των εύπλαστων και δυναμικών δυνατοτήτων αναπαράστασης, που τη χαρακτηρίζουν (Mugray κ.α., 2016).

1.5 Η παρούσα έρευνα

Παραπάνω, αναδείξαμε τα οφέλη τόσο του προγραμματισμού όσο και της πολυαισθητηριακής μάθησης, όπως αυτά γίνονται φανερά μέσα από ερευνητικά δεδομένα. Ταυτόχρονα, αναδείχθηκαν και οι πολλαπλές δυσκολίες εκμάθησης του προγραμματισμού. Στόχος μας είναι να διερευνηθεί το κατά πόσο μία πολυαισθητηριακή προσέγγιση μάθησης θα μπορούσε να βοηθήσει στην κατανόηση της προγραμματιστικής λογικής, αφού, όπως έχει δείξει πλήθος ερευνών, αυτός ο τρόπος εκμάθησης έχει σχεδόν αποκλειστικά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την παραδοσιακή μάθηση, που βασίζεται κυρίως στην οπτική αντίληψη.

Στην παρούσα έρευνα, λοιπόν, πρόκειται να εξετάσουμε σε ένα πρώιμο στάδιο το αν και κατά πόσο η πολυαισθητηριακή εκμάθηση προγραμματιστικών εντολών, και συγκεκριμένα ο οπτικοακουστικός τρόπος μάθησης, μπορεί να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τη μονοαισθητηριακή εκμάθηση. Πιο συγκεκριμένα, αναμένεται ότι όταν οι συνθήκες εκμάθησης είναι σχεδιασμένες, ώστε μια οπτική εικόνα να συνοδεύεται πάντα από ακουστικό ερέθισμα θα έχουμε σαν αποτέλεσμα καλύτερες επιδόσεις σε πειραματικά έργα και πιο γρήγορους χρόνους απόκρισης σε σχέση με τη συνθήκη εκμάθησης, όπου τα οπτικά ερεθίσματα παρουσιάζονται μόνα τους χωρίς τη συνοδεία ακουστικού ερεθίσματος. Σύμφωνα με το παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο και τη μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, προκύπτει το εξής ερευνητικό ερώτημα. Μπορεί η εκμάθηση προγραμματιστικών εντολών να είναι πιο αποτελεσματική μέσω της πολυαισθητηριακής αντίληψης συγκριτικά με τη μονοαισθητηριακή αντίληψη; Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να απαντηθεί το παραπάνω ερώτημα και να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν οι ερευνητικές μας υποθέσεις, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

- **H₀:** Οι μέσοι όροι επίδοσης και χρόνου απόκρισης της ομάδας πολυαισθητηριακής συνθήκης (οπτικο-ακουστικό ερέθισμα) δε θα έχουν

στατιστικά σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την ομάδα μονοαισθητηριακής συνθήκης (οπτικό ερέθισμα) [$\mu_1=\mu_2=0$].

- H_1 : Οι μέσοι όροι επίδοσης και χρόνου απόκρισης της ομάδας πολυαισθητηριακής συνθήκης (οπτικο-ακουστικό ερέθισμα) θα έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την ομάδα μονοαισθητηριακής συνθήκης (οπτικό ερέθισμα) [$\mu_1>\mu_2$].

Για την εξέταση του ερευνητικού ερωτήματος που διατυπώθηκε και για την αποδοχή ή απόρριψη της υπόθεσης, που προτάθηκε, πρόκειται να σχεδιαστεί ένας πειραματικός σχεδιασμός. Η έρευνα αποτελείται από δύο στάδια, αρχικά την εξάσκηση των συμμετεχόντων, χωρισμένους σε δύο συνθήκες, και στη συνέχεια τη συμμετοχή τους σε τρία πειραματικά έργα κοινά για όλους.

2. Μεθοδολογία

2.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνά μας συμμετείχαν πενήντα άτομα, ηλικίας 18 έως 44 ετών ($M = 24.8$ ετών, 32 γυναίκες και 18 άντρες). Η συμμετοχή όλων των ατόμων ήταν εθελοντική και ανώνυμη. Πριν την έναρξη της κύριας ερευνητικής διαδικασίας οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι έχουν το δικαίωμα να διακόψουν τη διαδικασία ανά πάσα στιγμή, εάν αδυνατούσαν να συνεχίσουν για κάποιο λόγο. Μετά το τέλος της έρευνας έλαβαν βεβαίωση συμμετοχής και ενημερώθηκαν για την έρευνα και τον σκοπό της σε περίπτωση που το επιθυμούσαν. Προϋπόθεση για την επιλογή των συμμετεχόντων ήταν η μηδενική ή ελάχιστη επαφή τους στο παρελθόν με τον προγραμματισμό, η φυσιολογική ή διορθωμένη όραση και η φυσιολογική ακοή.

2.2 Ερευνητικό υλικό και εργαλεία

2.2.1 Opensesame. Το εργαλείο αυτό (Mathôt, Schreij, & Theeuwes, 2012) αποτελεί ένα δωρεάν διαθέσιμο στο διαδίκτυο λογισμικό, το οποίο δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης διαφόρων ειδών πειραμάτων στο χώρο της ψυχολογίας και των νευροεπιστημών, χωρίς απαραίτητη γνώση προγραμματισμού. Διαθέτει ένα ολοκληρωμένο και εύχρηστο γραφικό περιβάλλον χρήστη (Graphical User Interface), ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει και τη χρήση της γλώσσας

προγραμματισμού Python για τα πιο περίπλοκα και απαιτητικά έργα (Mathôt κ.α., 2012). Με τη βοήθεια του λογισμικού αυτού σχεδιάστηκαν από την αρχή τα βίντεο εξάσκησης και τα πειραματικά έργα, στα οποία βασίστηκε η παρούσα έρευνα.

2.2.2 Οπτικά ερεθίσματα. Στόχος της έρευνάς μας, όπως προαναφέρθηκε ήταν η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη εκμάθηση εννοιών και εντολών, που αφορούν τον προγραμματισμό. Επειδή, όμως, η διαδικασία αυτή για άτομα χωρίς προγραμματιστική εμπειρία θα ήταν αρκετά δύσκολη και πολύπλοκη σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα, μέσω των συνηθισμένων προγραμματιστικών γλωσσών, προτιμήθηκε η χρήση μιας οπτικοποιημένης γλώσσας, όπως συχνά συμβαίνει σε έρευνες αντίστοιχου περιεχομένου. Οι οπτικοποιημένες γλώσσες προγραμματισμού χρησιμοποιούν εικόνες κατά κύριο λόγο και απλοποιημένη σύνταξη. Έτσι, θεωρούνται πιο εύκολες ως προς την κατανόησή τους, αφού ο εκπαιδευόμενος δε χρειάζεται να επιβαρυνθεί με τη διαδικασία εκμάθησης γραμματικών και συντακτικών κανόνων, αλλά μόνο με την κατανόηση της προγραμματιστικής λογικής, δίνοντάς του τη δυνατότητα να βλέπει μπροστά του τις αλλαγές, που επιφέρει κάθε γραμμή κώδικα, που ο ίδιος εκτελεί (Kelleher & Pausch, 2005 · Tsai, 2009). Έρευνες έχουν δείξει πως οι οπτικοποιημένες γλώσσες προγραμματισμού συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση αλλά και στη μείωση του γνωστικού φορτίου και του απαιτούμενου χρόνου εκμάθησης (Kelleher & Pausch, 2005 · Tsai, 2009). Επιπρόσθετα, φαίνεται πως αυξάνουν σημαντικά τα κίνητρα και το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων (Kasurinen, Purmonen, & Nikula, 2008 · Hwang & Chang, 2011) και πως βοηθούν σημαντικά τη μετέπειτα εκμάθηση των παραδοσιακών κειμενικών γλωσσών προγραμματισμού (Bau, Gray, Kelleher, Sheldon, & Turbak, 2017).

Για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας αποφασίστηκε να γίνει χρήση στοιχείων (blocks) από την οπτικοποιημένη γλώσσα προγραμματισμού ScratchJr, η οποία είναι αποτέλεσμα συνεργασίας της ερευνητικής ομάδας Αναπτυξιακών Τεχνολογιών (DevTech) του τμήματος μελέτης παιδιού και ανθρώπινης ανάπτυξης στο Πανεπιστήμιο Tufts, του Lifelong Kindergarten Group στο MIT Media Lab και του Playful Invention Company (Strawhacker, Lee, Caine, & Bers, 2015). Η δημιουργία της βασίστηκε στην προγραμματιστική γλώσσα Scratch, η οποία αποτελεί έργο του Scratch Foundation σε συνεργασία με το Lifelong Kindergarten

Group στο MIT Media Lab και απευθύνεται σε άτομα ηλικίας 8 ετών και πάνω (Resnick, Maloney, Monroy-Hernández, Rusk, Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman, & Kafai, 2009). Η ScratchJr σχεδιάστηκε, ώστε να εισάγει σταδιακά και τα μικρότερα παιδιά ηλικίας 5 έως 7 ετών στη λογική του προγραμματισμού σε ένα φιλικό και ευχάριστο περιβάλλον, όπου θα μπορούν να δημιουργήσουν τα ίδια διαδραστικές ιστορίες και διαδραστικά παιχνίδια (Strawhacker κ.α., 2015).

Στην παρούσα έρευνα έγινε χρήση στοιχείων της ScratchJr αντί της Scratch εξαιτίας της διαφοράς, που παρουσιάζουν οι εντολές (blocks) των δύο γλωσσών ως προς την εμφάνισή τους. Οι εντολές της ScratchJr αναπαριστούν με σημασιολογικά αντίστοιχη εικόνα τη λειτουργία της κάθε εντολής, σε αντίθεση με τη Scratch, όπου οι εντολές της αναπαρίστανται με λέξεις. Μια εικόνα αποτελεί ισχυρότερο οπτικό ερέθισμα συγκριτικά με μία λέξη, επομένως έχει ισχυρότερη επίδραση και στη μνήμη (Lang, Bailey, & Connolly, 2015). Για το λόγο αυτό, στην έρευνά μας, προτιμήθηκε η χρήση των αναπαραστατικών εντολών, χωρίς αυτό να έχει κάποια σχέση με το ηλικιακό φάσμα, στο οποίο αναφέρεται η ScratchJr.

Για τη δημιουργία των βίντεο εκμάθησης και των πειραματικών έργων στο Opensesame, χρησιμοποιήθηκαν επιλεγμένες εντολές (blocks) από τη ScratchJr, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν μία ποικιλία ακολουθιών προγραμματισμού, συνδυαζόμενες με τον κατάλληλο κάθε φορά τρόπο. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται οι εντολές που επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα και η λειτουργία κάθε μιας από αυτές.

Πίνακας 1. Εντολές προγραμματισμού ScratchJr και οι αντίστοιχες λεκτικές περιγραφές

Οπτικά ερεθίσματα ScratchJr (Blocks)	Λεκτική περιγραφή	Οπτικά ερεθίσματα ScratchJr (Blocks)	Λεκτική περιγραφή
	Εκκίνηση με την πράσινη σημαία		Στροφή δεξιά
	Εκκίνηση με σκούντηγμα		Στροφή αριστερά
	Μετακίνηση προς τα πάνω		Περίμενε
	Μετακίνηση προς τα κάτω		Εξαφάνιση
	Μετακίνηση δεξιά		Εμφάνιση
	Μετακίνηση αριστερά		Επανάληψη
	Αναπήδηση		Συνεχόμενη επανάληψη

2.2.3 Ακουστικά ερεθίσματα. Τα ηχητικά αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν στην εξάσκηση της οπτικοακουστικής συνθήκης συλλέχθηκαν από το διαδίκτυο, με σκοπό να είναι όσο το δυνατόν πιο ταιριαστά αντιστοιχισμένα. Οι ιστοσελίδες που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των ήχων ήταν δύο και συγκεκριμένα: www.findsounds.com και bbcsfx.acropolis.org.uk. Σημασιολογική συμφωνία (congruence) δεν ήταν δυνατό να υπάρξει απόλυτα σε όλες τις περιπτώσεις, παρά το γεγονός ότι αυτή επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα στη μάθηση αλλά και στις

υπόλοιπες γνωστικές διεργασίες, όπως έχει φανεί ερευνητικά (Heikkilä & Tiippana, 2016). Στάθηκε, όμως, δύσκολο, αφού οι εντολές που κλήθηκαν να μάθουν οι συμμετέχοντες αποτέλεσαν, κυρίως, αφηρημένες έννοιες. Παρά ταύτα, περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα έχουν υποστηρίξει αντίστοιχη αποτελεσματική μάθηση και βελτιωμένες αποκρίσεις ακόμα και όταν τα ερεθίσματα μεταξύ τους δεν έχουν ακριβή σημασιολογική συμφωνία αλλά μόνο χρονική (Broadbent, White, Mareschal, & Kirkham, 2017).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι εντολές, που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά μας, αποτέλεσαν κατά κύριο λόγο αφηρημένες έννοιες και δεν είναι αυτόματα συνυφασμένες με συγκεκριμένα ηχητικά ερεθίσματα. Για το λόγο αυτό, έγινε αρχικά μία πρώτη επιλογή ήχων. Για κάθε μία εντολή επιλέχθηκαν τρία ηχητικά ερεθίσματα, λαμβάνοντας υπόψη το να έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη σημασιολογική συμφωνία. Από τα τρία ηχητικά αρχεία, στη συνέχεια επιλέχθηκε το πιο ταιριαστό, σε συνεργασία με την επόπτρια καθηγήτρια. Τα ηχητικά αρχεία υπέστησαν επεξεργασία, ώστε να έχουν όλα την ίδια διάρκεια (1 sec). Η επεξεργασία έγινε μέσω του λογισμικού Audacity.

Έπειτα, κατασκευάστηκε και χορηγήθηκε διαδικτυακά ερωτηματολόγιο, στο οποίο είκοσι οκτώ (28) άτομα κλήθηκαν να βαθμολογήσουν τη συνάφεια μεταξύ κάθε οπτικού και επιλεγμένου ηχητικού ερεθίσματος μέσω μίας επταβάθμιας κλίμακας Likert. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε μέσω της πλατφόρμας Google forms (Djenno, Insua, & Pho, 2015). Στόχος του βήματος αυτού ήταν να βρεθούν τα βέλτιστα ακουστικά ερεθίσματα, ώστε τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας να είναι πιο έγκυρα και αξιόπιστα. Έτσι, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν για κάθε μία λεκτική περιγραφή που έβλεπαν να ακούσουν το αντίστοιχο ηχητικό αρχείο και στη συνέχεια να βαθμολογήσουν από το 1 έως το 7 πόσο ταιριαστός τους φαινόταν σε σχέση με τη λεκτική περιγραφή. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου με δείγμα είκοσι οκτώ ατόμων (N=28), υπολογίστηκε για κάθε ηχητικό ερέθισμα ο μέσος όρος και η επικρατούσα τιμή των συνολικών απαντήσεων. Ο μέσος όρος και η επικρατούσα τιμή των ερεθισμάτων έπρεπε να είναι πάνω από 4.5 και 5 αντίστοιχα, ώστε τα ερεθίσματα να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν στην παρούσα έρευνα. Με βάση τα αποτελέσματα, η συνάφεια μεταξύ λεκτικών και ηχητικών ερεθισμάτων βρέθηκε

ικανοποιητικά ισχυρή, οπότε και επιβεβαιώθηκε η χρήση τους στην ερευνητική διαδικασία. Τα αποτελέσματα από τη χορήγηση του διαδικτυακού ερωτηματολογίου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα χορήγησης ερωτηματολογίου για τη συνάφεια λεκτικών και ηχητικών ερεθισμάτων

Λεκτική περιγραφή - Ηχητικό ερέθισμα	Μέσος όρος	Επικρατούσα τιμή
Εκκίνηση με την πράσινη σημαία	5,65	7
Εκκίνηση με σκούνηγμα	4.82	7
Μετακίνηση προς τα πάνω	6.03	6
Μετακίνηση προς τα κάτω	6.31	7
Μετακίνηση δεξιά	5.17	6
Μετακίνηση αριστερά	4.96	6
Αναπήδηση	6.34	7
Στροφή δεξιά	4.51	6
Στροφή αριστερά	4.68	5
Περίμενε	5.37	6
Εξαφάνιση	4.37	6
Εμφάνιση	5.48	6
Επανάληψη	4.51	6
Συνεχόμενη επανάληψη	4.93	6

2.3 Πειραματικός σχεδιασμός

Στη συνέχεια, μετά την τελική επιλογή και των ακουστικών ερεθισμάτων ακολούθησε ο σχεδιασμός των πειραματικών συνθηκών. Το συνολικό δείγμα (N=50) χωρίστηκε με τυχαιοποίηση σε δύο συνθήκες, τη μονοαισθητηριακή/οπτική (Visual Condition/V_C) και την πολυαισθητηριακή/οπτικοακουστική συνθήκη

(Visual Auditory Condition/V_A_C), με την κάθε συνθήκη να έχει ίσο αριθμό συμμετεχόντων (N=25). Η πρώτη ομάδα, που ανήκε στη μονοαισθητηριακή συνθήκη, συμμετείχε σε φάση εκμάθησης, που περιείχε μόνο οπτικά ερεθίσματα. Αυτό σημαίνει πως οι εντολές προγραμματισμού, που κλήθηκε να μάθει κατά τη φάση εκμάθησης δε συνδυάζονταν με κάποιο ηχητικό ερέθισμα και ο συμμετέχων είχε τη δυνατότητα να τις αντιληφθεί μόνο μέσω της αίσθησης της όρασης.

Στη δεύτερη ομάδα, που ανήκε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη, οι εντολές προγραμματισμού συνδυάζονταν πάντα με ακουστικά ερεθίσματα. Το περιεχόμενο της φάσης εκμάθησης ήταν ακριβώς το ίδιο με της πρώτης ομάδας, αλλά σε αυτή την περίπτωση με κάθε παρουσίαση οπτικού ερεθίσματος, ταυτόχρονα, παρουσιαζόταν και ένα ηχητικό ερέθισμα. Απαραίτητη ήταν η ταυτόχρονη παρουσίαση των οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων, αφού έτσι επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερα η διαδικασία μάθησης (Baker & Jordan, 2015 · Jordan & Baker, 2011 · Moyer-Packenham κ.α., 2013). Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο σχεδιασμός των πειραματικών συνθηκών για την παρούσα έρευνα (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Σχεδιασμός πειραματικών συνθηκών

Οπτικοακουστική συνθήκη (V_A_C) (N=25)	Οπτική συνθήκη (V_C) (N=25)
Εκμάθηση με ταυτόχρονη χρήση οπτικών και ηχητικών ερεθισμάτων & Εξέταση με χρήση οπτικών ερεθισμάτων	Εκμάθηση με χρήση μόνο οπτικών ερεθισμάτων & Εξέταση με χρήση οπτικών ερεθισμάτων

2.4 Διαδικασία

Η συνολική ερευνητική διαδικασία διήρκησε για τον κάθε συμμετέχοντα πέντε συνεχόμενες ημέρες. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή του πειραματικού χειρισμού ορίστηκε η ταυτόχρονη χρήση ή όχι ηχητικών ερεθισμάτων κατά την παρουσίαση των οπτικών ερεθισμάτων και ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκαν η επίδοση και η ταχύτητα απόκρισης στη φάση εξέτασης.

Η έρευνα χωρίστηκε σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο ήταν η φάση εκμάθησης, κατά την οποία οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να παρακολουθήσουν

κάποια βίντεο, τα οποία δημιουργήθηκαν ειδικά για την έρευνα αυτή, ώστε να εξοικειωθούν με βασικές εντολές προγραμματισμού με τελικό στόχο την κατανόηση και εκμάθηση των εντολών αυτών και των λειτουργιών τους. Τα βίντεο αυτά είναι σύντομης διάρκειας, περίπου δέκα λεπτών, και οι προγραμματιστικές εντολές, στις οποίες εκπαιδεύτηκαν οι συμμετέχοντες ήταν ίδιες με αυτές, που κλήθηκαν να αναγνωρίσουν και να ανακαλέσουν στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια των πειραματικών έργων.

Κάθε συμμετέχων κλήθηκε να παρακολουθήσει για τέσσερις συνεχόμενες ημέρες από ένα βίντεο εκμάθησης κάθε μέρα, διάρκειας δέκα λεπτών. Την πέμπτη μέρα προχωρούσε στο κυρίως πείραμα, κατά το οποίο έπρεπε να ολοκληρώσει τρία έργα. Στο τέλος κάθε ημέρας της ερευνητικής διαδικασίας, κάθε συμμετέχων καλούνταν να αποστείλει ένα αρχείο αποτελεσμάτων `opensesame` σε μορφή `.csv`, ώστε να επιβεβαιώσει τη συμμετοχή του στα δύο ερευνητικά στάδια. Μετά το πέρας και της πέμπτης ημέρας, οι συμμετέχοντες καλούνταν να συμπληρώσουν και ένα σύντομο ερωτηματολόγιο με σκοπό τη συλλογή δημογραφικών στοιχείων, απαραίτητα για την παρούσα έρευνα.

Η ερευνητική διαδικασία έλαβε χώρα διαδικτυακά και η επικοινωνία με τους συμμετέχοντες έγινε μέσω email και skype με στόχο την πλήρη ενημέρωση τους για την συνολική διαδικασία και την επίλυση τυχόν προβλημάτων. Όσοι εκδήλωσαν ενδιαφέρον για την έρευνα ενημερώθηκαν, αρχικά, για τις απαιτήσεις της έρευνας (διάρκεια, συνέπεια, απαραίτητο λογισμικό) και όσοι συμφώνησαν έλαβαν email με τα απαραίτητα αρχεία για την ολοκλήρωση του πειράματος και αναλυτικές οδηγίες.

2.4.1 Φάση εκμάθησης. Τα βίντεο εκμάθησης χωρίστηκαν σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος ήταν ίδιο για κάθε μία από τις τέσσερις πρώτες μέρες της συνολικής διαδικασίας. Έτσι, λοιπόν, κατά το πρώτο αυτό μέρος παρουσιάζονταν στην οθόνη μία μία οι εντολές προς εκμάθηση, είτε με τη συνοδεία ηχητικού ερεθίσματος είτε όχι, ανάλογα με την πειραματική συνθήκη, μαζί με τη λεκτική περιγραφή τους (Εικόνα 1). Την παρουσίαση κάθε εντολής ακολουθούσε σύντομο βίντεο το οποίο έδειχνε ένα παράδειγμα του τρόπου χρήσης και λειτουργίας της.



Εκκίνηση πατώντας την πράσινη σημαία

Εικόνα 1. Πρώτο μέρος φάσης εκμάθησης - Παρουσίαση εντολών

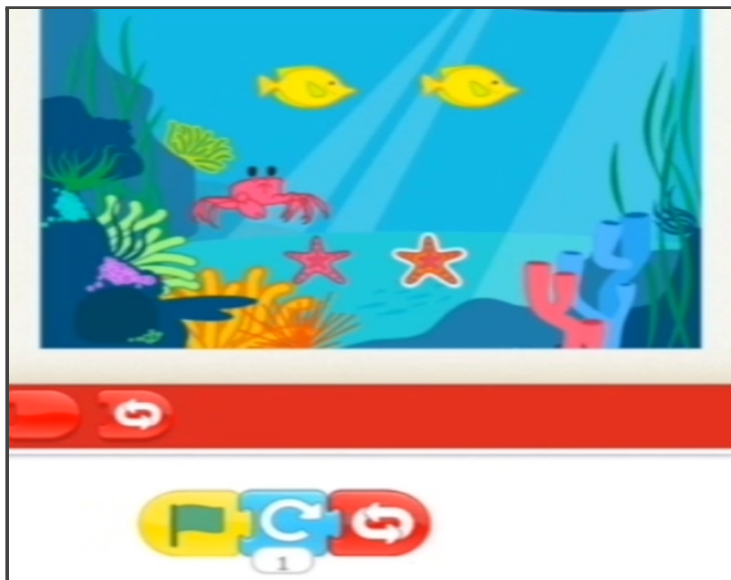
Στο δεύτερο μέρος της φάσης εκμάθησης, οι εντολές παρουσιάζονταν συνδυασμένες με άλλες εντολές μέσα σε ακολουθίες, ώστε να γίνει καλύτερα κατανοητό το πώς αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα και να μουν στη σωστή σειρά, ώστε να φτάσουμε στο επιθυμητό κάθε φορά αποτέλεσμα. Οι ακολουθίες αυτές παρουσιάστηκαν μέσα σε συγκεκριμένα σενάρια, με σκοπό να γίνει έτσι πιο κατανοητή η λειτουργία τους στους συμμετέχοντες (Εικόνες 2, 3). Όλα τα βίντεο και τα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν στην ερευνητική διαδικασία δημιουργήθηκαν μέσω της εφαρμογής ScratchJr (Strawhacker κ.α., 2015). Μαγνητοσκοπήθηκαν και υπέστησαν κατάλληλη επεξεργασία μέσω της εφαρμογής AZ Screen Recorder, ενώ για όσα βίντεο ήταν απαραίτητη και η ύπαρξη ήχου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Adobe Premiere Pro.

Στο βίντεο θα παρακολουθήσετε τις παρακάτω εντολές:

Αστερίας: Εκκίνηση με την πράσινη σημαία - Στροφή Δεξιά -
Συνεχόμενη Επανάληψη

Πατήστε το πλήκτρο SPACE για να προχωρήσετε στο βίντεο...

Εικόνα 2. Δεύτερο μέρος φάσης εκμάθησης - Οδηγίες σεναρίου

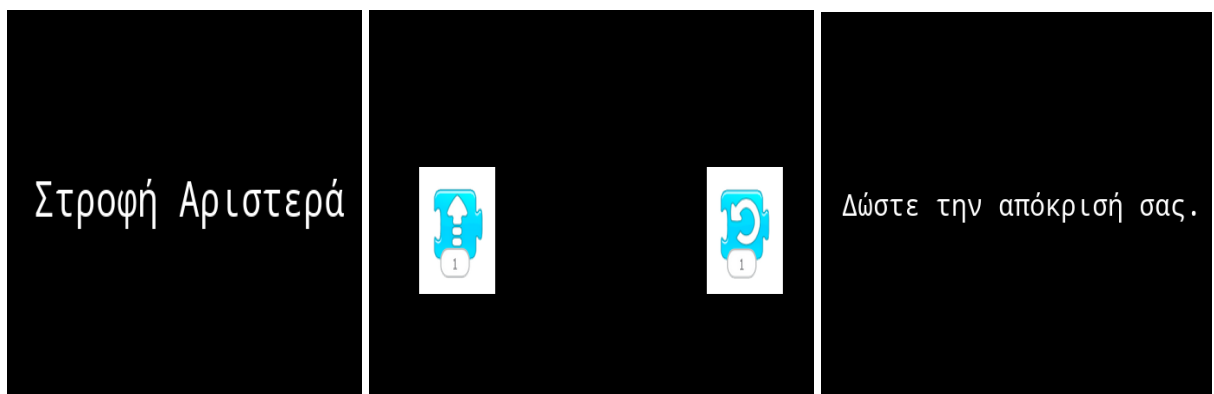


Εικόνα 3. Δεύτερο μέρος φάσης εκμάθησης - Παράδειγμα σεναρίου

2.4.2 Φάση εξέτασης. Ύστερα από την ολοκλήρωση του πρώτου μέρους της έρευνας, διάρκειας τεσσάρων ημερών, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν την πέμπτη ημέρα να ολοκληρώσουν τρία πειραματικά έργα συνολικής διάρκειας είκοσι λεπτών. Ανάμεσα στα τρία έργα οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα, εφόσον το επιθυμούσαν, να κάνουν πέντε λεπτά διάλειμμα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, τόσο οι ερωτήσεις όσο και οι απαντήσεις παρουσιάστηκαν σε όλους τους συμμετέχοντες χωρίς τη συνύπαρξη ακουστικών ερεθισμάτων, είτε αυτοί

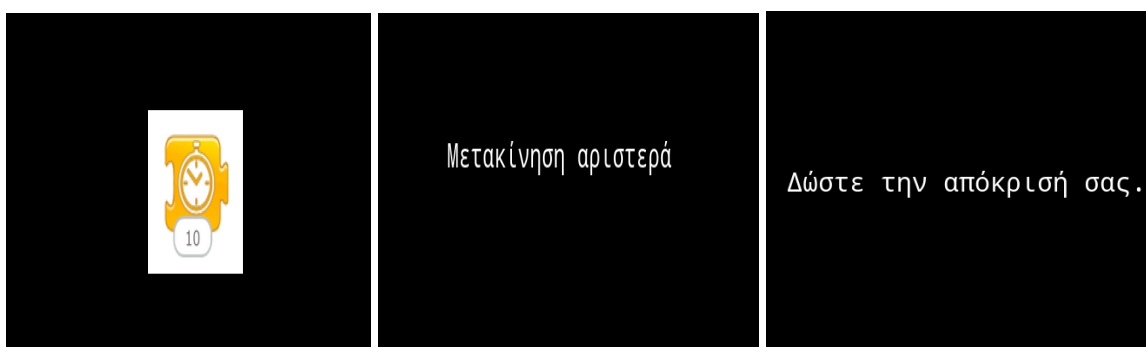
συμμετείχαν στη μονοαισθητηριακή είτε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη κατά τη διάρκεια της φάσης εκμάθησης.

Στο πρώτο πειραματικό έργο, εμφανιζόταν αρχικά σημείο εστίασης για 1 sec και αμέσως μετά η λεκτική περιγραφή μιας εντολής ξανά για 1 sec. Ακολουθούσε κενή οθόνη για 250 ms και στη συνέχεια εμφανίζονταν δύο διαφορετικές εντολές σε μορφή εικόνας δεξιά και αριστερά στην οθόνη για 1 sec. Η μία εντολή ήταν η σωστή και αντιστοιχούσε στη λεκτική περιγραφή που προηγήθηκε και η δεύτερη αποτελούσε τυχαία επιλογή. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν κάθε φορά να επιλέξουν την εντολή που αντιστοιχούσε στη λεκτική περιγραφή πατώντας στο πληκτρολόγιο το δεξί ή το αριστερό βέλος, όσο το δυνατόν πιο σύντομα. Ο χρόνος που δόθηκε στους συμμετέχοντες να απαντήσουν ήταν 1 sec (Εικόνα 4).



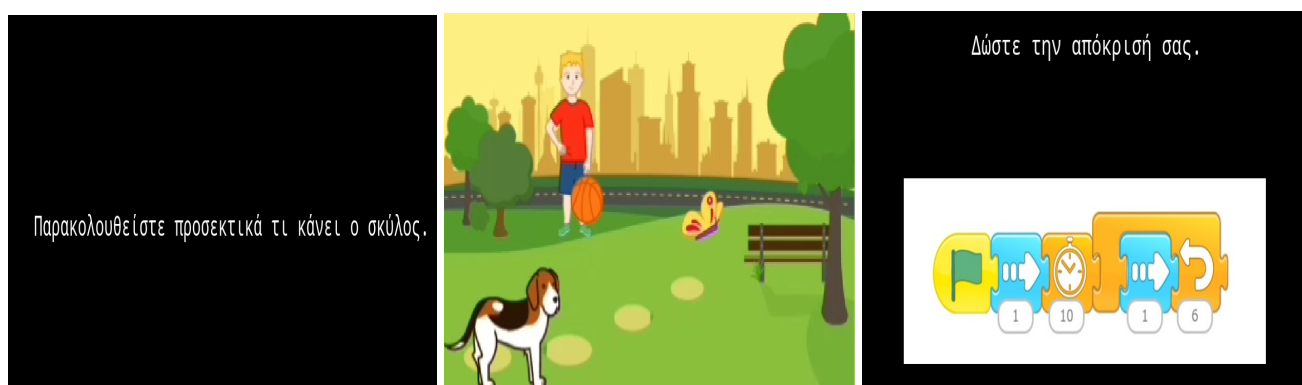
Εικόνα 4. Φάση εξέτασης - Πρώτο πειραματικό έργο

Κατά το δεύτερο πειραματικό έργο, ακολουθήθηκε παρόμοια διαδικασία αλλά αντίστροφα. Αρχικά, παρουσιαζόταν σημείο εστίασης για 1 sec και ύστερα μια τυχαία εντολή σε μορφή εικόνας για 1 sec ακόμα. Ακολουθούσε κενή οθόνη για 250 ms και στη συνέχεια παρουσιαζόταν τυχαία λεκτική περιγραφή μιας εντολής για 1 sec. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες καλούνταν να αποφασίσουν, όσο το δυνατόν γρηγορότερα, αν η εικόνα αντιστοιχεί στη λεκτική περιγραφή πληκτρολογώντας S ή L αν δεν υπήρχε αντιστοιχία μεταξύ τους. Τους δόθηκε χρόνος απόκρισης 1 sec (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Φάση εξέτασης - Δεύτερο πειραματικό έργο

Στο τρίτο και τελευταίο πειραματικό έργο, οι συμμετέχοντες καλούνταν να παρακολουθήσουν τι έκαναν συγκεκριμένοι χαρακτήρες σε κάθε βίντεο και ύστερα να επιλέξουν αν η προτεινόμενη ακολουθία εντολών που τους δινόταν αμέσως μετά αντιστοιχούσε ή όχι σε αυτό που έκανε ο χαρακτήρας στο βίντεο. Εμφανιζόταν αρχικά οθόνη διάρκειας 3000 ms, όπου ο συμμετέχων ενημερωνόταν για τον χαρακτήρα, στον οποίο έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Ακολουθούσε κενή οθόνη διάρκειας 250 ms και στη συνέχεια παρουσιαζόταν το βίντεο. Ύστερα εμφανιζόταν μία ακόμη κενή οθόνη διάρκειας 250 ms, πριν εμφανιστεί η προτεινόμενη ακολουθία εντολών που αντιστοιχούσε ή όχι σε αυτό που έκανε ο χαρακτήρας του βίντεο. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αποκριθούν με S στην περίπτωση που ήταν σωστή η ακολουθία και με L στην περίπτωση ήταν λάθος, ενώ τους δόθηκε χρόνος 5.5 sec για να δώσουν την απόκρισή τους (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Φάση εξέτασης - Τρίτο πειραματικό έργο

3. Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, που ελήφθησαν από την πειραματική διαδικασία έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο μέρος της παρούσας εργασίας βασική ερευνητική υπόθεση ήταν πως θα υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των μέσων όρων των δύο ομάδων, που συμμετείχαν στην έρευνα, ως προς τις δύο εξαρτημένες μεταβλητές, δηλαδή την επίδοση και την ταχύτητα απόκρισης. Πιο συγκεκριμένα η ομάδα που συμμετείχε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη (Visual Auditory Condition / V_A_C) αναμενόταν να έχει συνολικά καλύτερη επίδοση και ταχύτερη απόκριση στα τρία πειραματικά έργα της φάσης εξέτασης συγκριτικά με την ομάδα που συμμετείχε στη μονοαισθητηριακή συνθήκη (Visual Condition / V_C). Στο SPSS δημιουργήθηκε για την ανεξάρτητη μεταβλητή η μεταβλητή Groups, με τιμές 1 και 2 για κάθε συνθήκη αντίστοιχα. Έτσι, η ομάδα, που συμμετείχε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη ορίστηκε στο SPSS ως Group 1, ενώ η δεύτερη ομάδα καταχωρήθηκε ως Group 2.

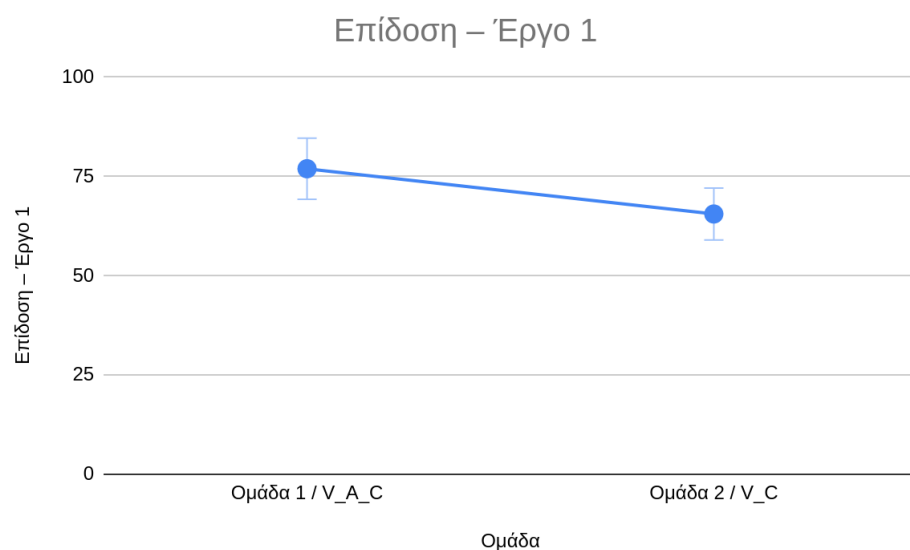
Οι εξαρτημένες μεταβλητές καταχωρήθηκαν στο SPSS ανά πειραματικό έργο. Έτσι για την εξαρτημένη μεταβλητή της επίδοσης καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές Acc_1, Acc_2, Acc_3 για κάθε ένα από τα τρία πειραματικά έργα αντίστοιχα. Οι μεταβλητές αυτές αποτελούν ποσοστά επιτυχίας για τον κάθε συμμετέχοντα σε κάθε ένα έργο, τα οποία ήταν αποτέλεσμα του υπολογισμού του συνόλου των σωστών αποκρίσεων ανά έργο. Με τον ίδιο τρόπο καταχωρήθηκαν και οι μεταβλητές Rt_1, Rt_2, Rt_3 για κάθε ένα από τα πειραματικά έργα αντίστοιχα, όσον αφορά τη δεύτερη εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή την ταχύτητα απόκρισης. Οι μεταβλητές αυτές προέκυψαν από τον υπολογισμό του μέσου όρου χρόνου απόκρισης των σωστών μόνο απαντήσεων κάθε συμμετέχοντα ανά έργο.

Αφού ολοκληρώθηκε η καταχώρηση των δεδομένων και ο ορισμός των μεταβλητών στο SPSS, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας της κατανομής του δείγματος για την εξέταση της ισοκατανομής του (Field, 2009). Λόγω του ότι το δείγμα ήταν σχετικά μικρό (N=50), βρέθηκε ότι δύο μεταβλητές δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Συγκεκριμένα για τις μεταβλητές Acc_1 και Acc_3 τα test Kolmogorov-Smirnov

και Shapiro-Wilk βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικά ($\text{Sig.} < .05$) και έτσι απορρίφθηκε η μηδενική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η κατανομή του δείγματος θα έπρεπε να ακολουθεί την κανονική κατανομή. Για το λόγο αυτό στην περίπτωση των δύο αυτών μεταβλητών έγινε χρήση μη παραμετρικού ελέγχου και πιο συγκεκριμένα ο έλεγχος Mann-Whitney U για ανεξάρτητα δείγματα. Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται για να εξετάσει αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων δύο διαφορετικών συνθηκών, στις οποίες έχουν πάρει μέρος διαφορετικοί συμμετέχοντες (Field, 2009).

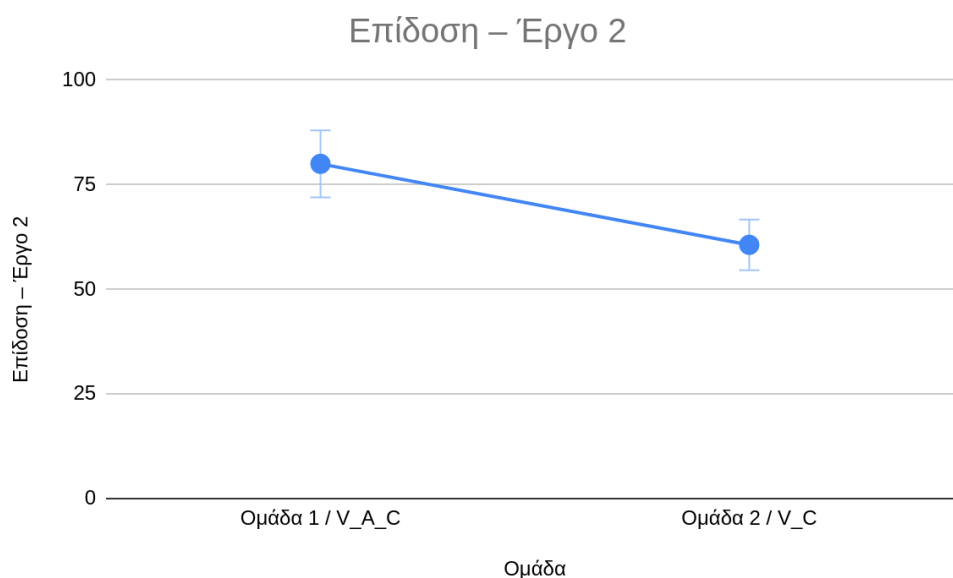
Όσον αφορά τον έλεγχο κανονικότητας για τη μεταβλητή Acc_2, το test Kolmogorov-Smirnov είχε επίσης στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ($\text{Sig.} < .05$), όμως σύμφωνα με το test Shapiro-Wilk η μηδενική υπόθεση δε μπορεί να απορριφθεί ($\text{Sig.} > .05$). Στην περίπτωση αυτή, επειδή το δείγμα μας είναι μικρό εμπιστευθήκαμε το κριτήριο Shapiro-Wilk, λόγω του ότι θεωρείται γενικά ακριβέστερο (Field, 2009). Έτσι για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της μεταβλητής Acc_2 έγινε χρήση παραμετρικού ελέγχου και συγκεκριμένα t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Ο έλεγχος αυτός αφορά, επίσης, τον έλεγχο ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων όρων δύο διαφορετικών συνθηκών, στις οποίες έχουν πάρει μέρος διαφορετικοί συμμετέχοντες, αλλά σε αυτή την περίπτωση το δείγμα ακολουθεί την κανονική κατανομή, σε αντίθεση με τις περιπτώσεις που εφαρμόζεται ο αντίστοιχος μη παραμετρικός έλεγχος (Mann-Whitney U).

Όσον αφορά την επίδοση των συμμετεχόντων στο πρώτο πειραματικό έργο από τα αποτελέσματα του ελέγχου Mann-Whitney U φαίνεται ότι αυτή ήταν καλύτερη για την ομάδα V_A_C ($\text{Mdn}=31$), δηλαδή αυτή που συμμετείχε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη, σε αντίθεση με την ομάδα V_C ($\text{Mdn}=20$), δηλαδή αυτή που συμμετείχε στη μονοαισθητηριακή συνθήκη, $U = 175$, $p = .007$, $r = .36$ (Γράφημα 1).



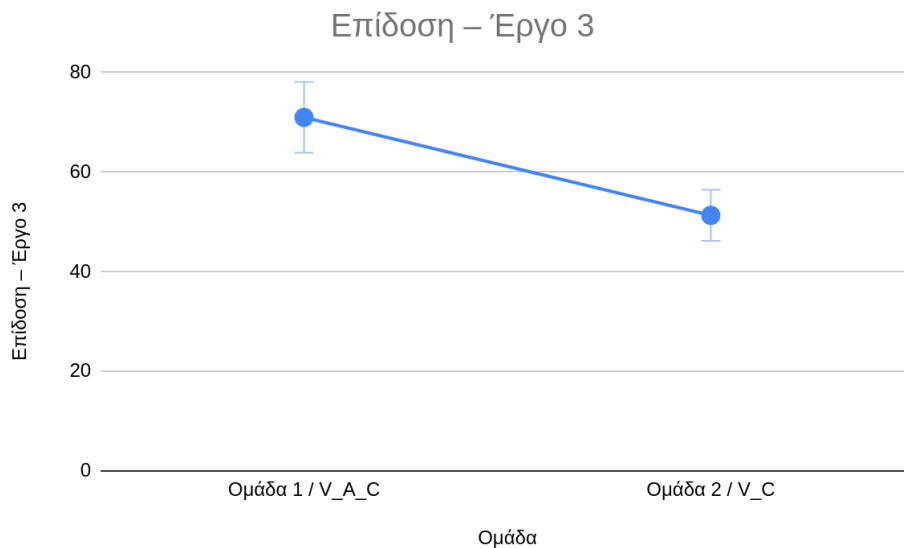
Γράφημα 1. Επίδοση ανά ομάδα στο πρώτο πειραματικό έργο

Για το δεύτερο πειραματικό έργο το t-test έδειξε παρόμοια αποτελέσματα, με την ομάδα V_A_C ($M = 74.96$, $SD = 14.69$) να έχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση, παίρνοντας το προβάδισμα και πάλι όσον αφορά την επίδοση, συγκριτικά με την ομάδα V_C ($M = 60.64$, $SD = 14.81$), $t(48) = 3.43$, $p < .05$, $d = 0.97$ (Γράφημα 2).



Γράφημα 2. Επίδοση ανά ομάδα στο δεύτερο πειραματικό έργο

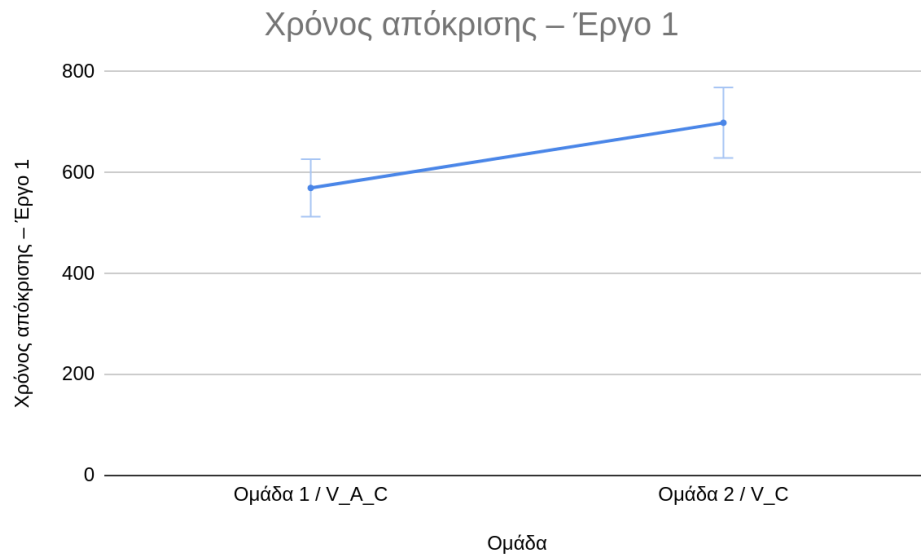
Εν συνεχεία, η υπόθεσή μας για καλύτερη επίδοση των συμμετεχόντων στην οπτικοακουστική συνθήκη ($Mdn=34.76$), συγκριτικά με την οπτική συνθήκη ($Mdn=16.24$) επιβεβαιώθηκε μέσω του ελέγχου Mann-Whitney U και στο τρίτο πειραματικό έργο, $U = 81, p = .000, r = .65$ (Γράφημα 3).



Γράφημα 3. Επίδοση ανά ομάδα στο τρίτο πειραματικό έργο

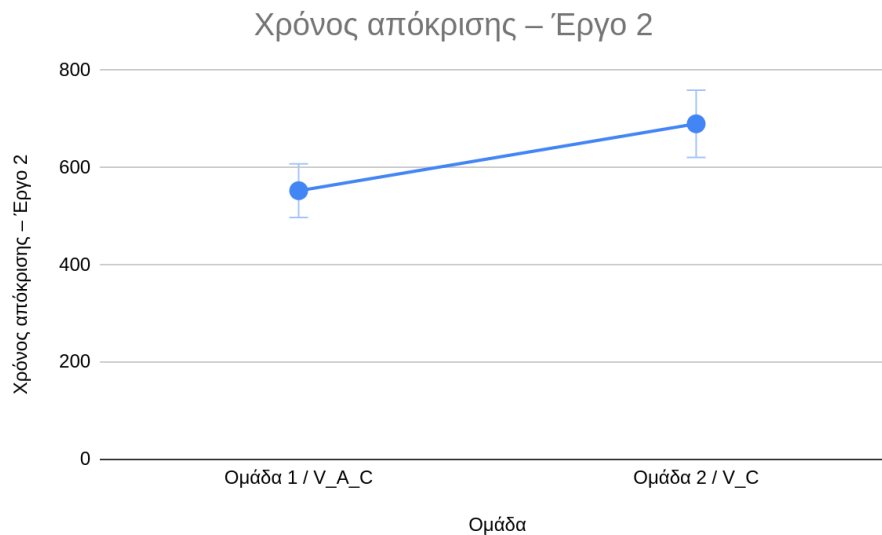
Τέλος, όσον αφορά τις υπόλοιπες εξαρτημένες μεταβλητές, δηλαδή την ταχύτητα απόκρισης στα πειραματικά έργα (Rt_1, Rt_2, Rt_3), τα test Kolmogorov-Smirnov και Shapiro-Wilk δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($Sig. > .05$), οπότε για την ανάλυση και αυτών εφαρμόστηκε κανονικά έλεγχος t-test για ανεξάρτητα δείγματα.

Όπως φαίνεται στο γράφημα 4, η ταχύτητα απόκρισης για την ομάδα V_A_C ($M = 569.8, SD = 149.6$) στο πρώτο πειραματικό έργο ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με την ομάδα V_C ($M = 698.9, SD = 168.6$), σύμφωνα με το t-test, $t(48) = 2.87, p < .05, d = 0.81$, γεγονός που επιβεβαίωσε την αρχική μας υπόθεση.



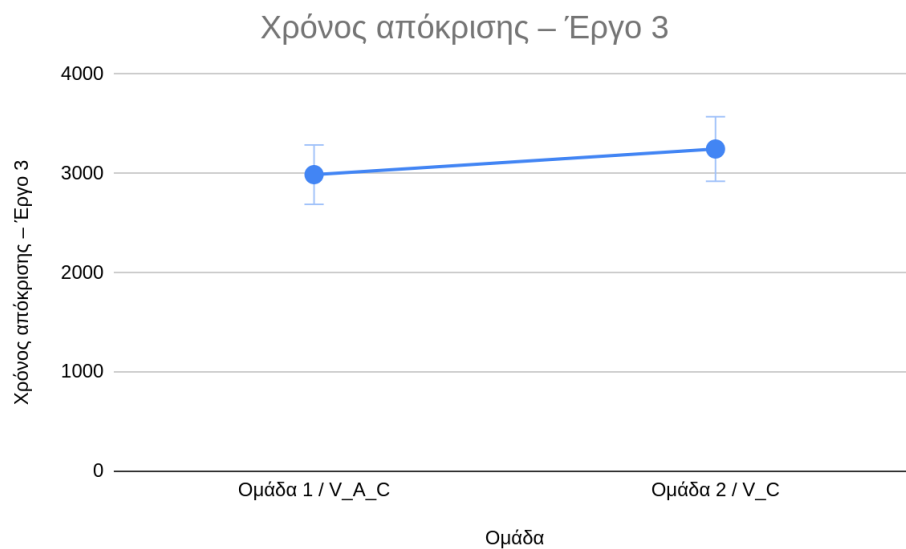
Γράφημα 4. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο πρώτο πειραματικό έργο

Το ίδιο στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα υπήρξε και για τους χρόνους απόκρισης στο δεύτερο πειραματικό έργο, με την ομάδα V_A_C ($M = 552,6$, $SD = 25,9$) να παρουσιάζει χαμηλότερους χρόνους απόκρισης σε σχέση με τη V_C ($M = 690,2$, $SD = 31,7$), $t(48) = 3.35$, $p < .05$, $d = 47.5$ (Γράφημα 5).



Γράφημα 5. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο δεύτερο πειραματικό έργο

Ο χρόνος απόκρισης στο τρίτο πειραματικό έργο υπήρξε η μοναδική μεταβλητή που δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στους μέσους όρους των δύο ομάδων σύμφωνα με τον έλεγχο t-test, $t(48) = 1.0, p > .05, d = 0.28$. Η ομάδα V_A_C (M = 2989, SD = 949) παρουσίασε ελαφρώς χαμηλότερους χρόνους απόκρισης σε σχέση με τη V_C (M = 3247, SD = 877), οι διαφορές, όμως, δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές (Γράφημα 6).



Γράφημα 6. Χρόνος απόκρισης ανά ομάδα στο τρίτο πειραματικό έργο

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε και έγινε δεκτή η εναλλακτική υπόθεση για την πλειονηφία των εξαρτημένων μεταβλητών. Αυτό σημαίνει ότι η αρχική ερευνητική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε και άρα τα άτομα, τα οποία στη φάση εκμάθησης παρακολούθησαν οπτικά ερεθίσματα με ταυτόχρονη παρουσία ηχητικού ερεθίσματος επέδειξαν συνολικά καλύτερη επίδοση και ταχύτερους χρόνους απόκρισης στη φάση εξέτασης σε σύγκριση με τα άτομα που παρακολούθησαν μόνο οπτικά ερεθίσματα στη φάση εκπαίδευσης. Εξαίρεση στα παραπάνω αποτέλεσε η μεταβλητή του χρόνου απόκρισης για το τρίτο πειραματικό έργο, όπου δεν παρουσίασε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο συνθηκών.

Συνολικά, για την ανάλυση των δεδομένων έγινε χρήση του Mann-Whitney U Test δύο φορές και του Independent Sample T-Test τέσσερις φορές με

ανεξάρτητη τη μεταβλητή Groups, με τιμές 1 και 2, και εξαρτημένες τις μεταβλητές Acc_1, Acc_3 και Acc_2, Rt_1, Rt_2, Rt_3 αντίστοιχα. Στόχος ήταν να βρεθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των δύο ομάδων, όσον αφορά την επίδοση και την ταχύτητα απόκρισης για κάθε ένα έργο ξεχωριστά. Στην περίπτωση που δεν υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ομάδων ανά έργο επρόκειτο να δημιουργηθεί μία νέα μεταβλητή ενός συνολικού σκορ για κάθε συμμετέχοντα, και να γίνει εκ νέου έλεγχος, ώστε να έχουμε και μία πιο γενική εικόνα για την επίδοση των δύο ομάδων. Τελικά, κάτι τέτοιο δεν χρειάστηκε να γίνει, αφού τα αποτελέσματα ήταν όλα στατιστικά σημαντικά, εκτός από το χρόνο απόκρισης για το τρίτο έργο, στο οποίο, όμως, και πάλι φαίνεται ότι η ομάδα 1 επέδειξε ταχύτερες αποκρίσεις συγκριτικά με την ομάδα 2, απλώς η διαφοροποίηση αυτή δεν είναι στατιστικώς σημαντική.

Συζήτηση

4.1 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με το προηγούμενο κεφάλαιο για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι επιβεβαιώθηκαν όλες οι υποθέσεις που διατυπώθηκαν στην αρχή της παρούσας εργασίας, εκτός από μία. Αυτό σημαίνει ότι και για τις δύο ερευνητικές υποθέσεις απορρίφθηκε η μηδενική υπόθεση ($\mu_1 = \mu_2$) και έγινε δεκτή η εναλλακτική υπόθεση ($\mu_1 > \mu_2$), με εξαίρεση της μεταβλητή της ταχύτητας απόκρισης για το τρίτο πειραματικό έργο. Πιο συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι των δύο ομάδων διαφοροποιήθηκαν σημαντικά για όλα σχεδόν τα πειραματικά έργα, όσον αφορά και τις δύο εξαρτημένες μεταβλητές, δηλαδή την επίδοση και την ταχύτητα απόκρισης, με τους συμμετέχοντες στην οπτικοακουστική συνθήκη να επιδεικνύουν συνολικά καλύτερες επιδόσεις και ταχύτερες αποκρίσεις στη φάση εξέτασης της πειραματικής διαδικασίας. Για το λόγο αυτό δεν κρίθηκε απαραίτητο να προχωρήσουμε στον υπολογισμό ενός συνολικού σκορ για κάθε συμμετέχοντα ανά ομάδα, ώστε να γίνει σύγκριση του μέσου όρου επίδοσης των δύο ομάδων σε όλα τα πειραματικά έργα συνολικά.

Επομένως, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με έρευνες, που έχουν γίνει στο παρελθόν για την επίδραση της πολυαισθητηριακής αντίληψης στη μνήμη και την μάθηση (Jordan & Baker, 2011· Moran κ.α., 2013·

Thelen κ.α., 2015· Broadbent κ.α., 2017), καθώς φαίνεται ότι τα άτομα που κατατάχθηκαν στην οπτικοακουστική συνθήκη και συμμετείχαν σε τετραήμερη οπτικοακουστική εκπαίδευση επέδειξαν συνολικά καλύτερη επίδοση και πιο γρήγορους χρόνους απόκρισης στη φάση εξέτασης συγκριτικά με εκείνους που κατατάχθηκαν στην οπτική συνθήκη και συμμετείχαν σε οπτική μόνο εκπαίδευση. Η ταυτόχρονη ύπαρξη ηχητικού ερεθίσματος με κάθε εμφάνιση ενός οπτικού ερεθίσματος επηρέασε σημαντικά τη μετέπειτα ανάκληση των προγραμματιστικών εντολών από τους συμμετέχοντες αλλά και την πιο άμεση απόκρισή τους σε μεμονωμένα οπτικά ερεθίσματα (Brandwein κ.α., 2010· Thelen κ.α., 2015).

Το πρώτο μέρος της πειραματικής διαδικασίας, δηλαδή η φάση εκπαίδευσης, έπαιξε βασικό ρόλο στα αποτελέσματα, αφού διήρκεσε τέσσερις ημέρες συνολικά. Η επανάληψη των οπτικών εντολών με τη λεκτική περιγραφή τους και η επεξήγησή τους μέσω σύντομων βίντεο μέρα με τη μέρα, έβαλε σε ένα καθημερινό πρόγραμμα μελέτης τους συμμετέχοντες, το οποίο πιστεύουμε ότι βοήθησε σε μεγάλο βαθμό την απομνημόνευσή τους από τους συμμετέχοντες (Schmidt, Cohen-Schotanus, Van Der Molen, Splinter, Bulte, Holdrinet, και Van Rossum, 2010).

Επιπλέον, ο σχεδιασμός των βίντεο εκμάθησης έγινε με τέτοιο τρόπο, που να προκαλεί το ενδιαφέρον του εκπαιδευόμενου και να του δίνει κίνητρο. Σε αυτό βοήθησαν τα χρώματα αλλά και η κινούμενη εικόνα που κυριαρχούσαν στη φάση εκμάθησης, και τα οποία είναι πιο εύκολο να δημιουργήσουν την αίσθηση του παιχνιδιού και όχι απλά της μελέτης. Σαφώς υποθέτουμε πως η παράλληλη ύπαρξη του ήχου στην οπτικοακουστική συνθήκη ενίσχυσε το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων αλλά και την αποτελεσματικότητα της εκμάθησης, συμπεράσμα το οποίο επιβεβαιώνεται από τις υπάρχουσες έρευνες πάνω στην πολυαισθητηριακή αντίληψη και μάθηση (Brandwein κ.α., 2010; Thelen κ.α., 2015). Αυτός είναι και ο λόγος που τα βίντεο ή και τα βιντεοπαιχνίδια γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα στο χώρο της εκπαίδευσης, αφού συνδυάζουν διαφορετικές αισθήσεις ταυτόχρονα (Covaci κ.α., 2018).

Αναφέρθηκε, επίσης, παραπάνω πως η επιλογή των ηχητικών ερεθισμάτων, δεν ήταν δυνατόν να γίνει με γνώμονα την ακριβή σημασιολογική αντιστοίχιση για όλα τα επιλεγμένα οπτικά ερεθίσματα, λόγω της αφηρημένης έννοιάς τους. Παρά

ταύτα, οι υποθέσεις μας επιβεβαιώθηκαν ακόμα και με αυτόν τον περιορισμό, όπως δείχνει η σημαντική επίδραση που είχε η ύπαρξη ήχου στους μισούς συμμετέχοντες, όσον αφορά την επιτυχή απομνημόνευση των προγραμματιστικών εντολών, που κλήθηκαν να ανακαλέσουν αργότερα, κατά τη φάση εξέτασης. Άλλωστε, υπάρχουν σημαντικά ερευνητικά δεδομένα, που επιβεβαιώνουν τη σημασία της ταυτόχρονης παρουσίας οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων ακόμα και όταν δεν υπάρχει απόλυτη σημασιολογική συμφωνία (Broadbent κ.α., 2017).

Τέλος, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η επίδοση αλλά και η ταχύτητα απόκρισης όλων των συμμετεχόντων ήταν χειρότερες στο τρίτο πειραματικό έργο σε σχέση με τα υπόλοιπα πειραματικά έργα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το τρίτο πειραματικό έργο απαιτεί πιο βαθιά κατανόηση των εντολών και της πρακτικής τους εφαρμογής. Συγκεκριμένα, στο έργο αυτό οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να παρακολουθήσουν βίντεο, στα οποία ένας χαρακτήρας εκτελούσε μια σειρά εντολών. Ο κάθε συμμετέχων μπορούσε να δει μόνο το πρακτικό αποτέλεσμα των εντολών αυτών, έβλεπε για παράδειγμα ένα αγόρι να εκτελεί μια ενέργεια. Στη συνέχεια, έβλεπε για ελάχιστο χρόνο στην οθόνη του μια ακολουθία εντολών και καλούνταν πολύ σύντομα να επιλέξει αν η ακολουθία αυτή ήταν και η ίδια που εκτέλεσε στο βίντεο ο χαρακτήρας ή όχι. Φυσικά οι συμμετέχοντες είχαν ήδη παρακολουθήσει αντίστοιχα βίντεο στη φάση εκμάθησης, παρ' όλα αυτά το επίπεδο δυσκολίας του συγκεκριμένου έργου παρέμεινε υψηλό, αφού απαιτεί γρήγορη αντίληψη, πολύ καλή κατανόηση των εντολών αλλά και ικανότητα αντίστροφου σχεδιασμού των εντολών (reverse engineering), δηλαδή την ικανότητα να βλέπει κανείς ένα αποτέλεσμα και να μπορεί να αναπαραστήσει νοητικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν, ώστε να φτάσουμε σε αυτό το αποτέλεσμα (Strawhacker, Lee, & Bers, 2018). Βέβαια, παρά το γεγονός ότι και οι δύο ομάδες επέδειξαν χειρότερη επίδοση στο έργο αυτό συγκριτικά με τα άλλα δύο έργα, η διαφοροποίηση των μέσων όρων τους, όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ήταν στατιστικά σημαντική και έδειξε καλύτερα αποτελέσματα υπέρ της ομάδας που συμμετείχε στην πολυαισθητηριακή συνθήκη.

Όσον αφορά τα μη στατιστικώς σημαντικά ευρήματα για την ταχύτητα απόκρισης στο έργο αυτό, το φαινόμενο, ίσως, μπορεί να εξηγηθεί από το επίπεδο δυσκολίας του, αφού σίγουρα απαιτεί περισσότερο χρόνο σκέψης και πιο

λεπτομερή και προσεκτική επεξεργασία. Για το λόγο αυτό, άλλωστε, δόθηκε στους συμμετέχοντες μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απόκρισης σε σχέση με τα άλλα δύο έργα. Παρά ταύτα, η στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών, ως προς την επίδοση στο τρίτο έργο, με την οπτικοακουστική συνθήκη να παρουσιάζει καλύτερα σκορ, δείχνει ότι παρά το επίπεδο δυσκολίας και τον παραπάνω χρόνο, που χρειάστηκαν οι συμμετέχοντες να απαντήσουν, η πολυαισθητηριακή εκμάθηση άσκησε σημαντική επίδραση στον πειραματικό χειρισμό με καλύτερα αποτελέσματα, συγκριτικά με τη μονοαισθητηριακή συνθήκη.

Συνοψίζοντας, στην παρούσα έρευνα έγινε προσπάθεια διεύρυνσης της θεωρητικής έρευνας, όσον αφορά την πολυαισθητηριακή αντίληψη και μάθηση, αλλά και της εφαρμοσμένης έρευνας, αφού επιδιώξαμε να δημιουργήσουμε ένα πρωτότυπο πολυαισθητηριακό περιβάλλον, από το οποίο υποθέσαμε ότι οι συμμετέχοντες θα επωφεληθούν, ώστε να έχουν τη βέλτιστη απόδοση σε πειραματικά έργα που αφορούν την αναγνώριση και κατανόηση προγραμματιστικών εντολών. Με τη βοήθεια της οπτικοποιημένης γλώσσας προγραμματισμού ScratchJr, έγινε μία αρχική προσπάθεια να προσεγγίσουμε με πολυαισθητηριακό τρόπο την εκμάθηση του προγραμματισμού. Όπως αναλύθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, ο προγραμματισμός αποτελεί έναν ταχύτατα εξελισσόμενο, όλο και πιο διαδεδομένο κλάδο στη σύγχρονη εποχή. Επιπλέον, οι γνώσεις προγραμματισμού αλλά και η ανάπτυξη λογικομαθηματικής σκέψης, η οποία είναι απαραίτητη στον προγραμματισμό, κρίνονται ως όλο και πιο απαραίτητες δεξιότητες για όλους τους ανθρώπους και όχι πλέον μόνο για άτομα, που απασχολούνται επαγγελματικά στον τομέα αυτό. Για το λόγο αυτό, ο αριθμός των ερευνών, που αποδεικνύουν τη σπουδαιότητα υπολογιστικών και προγραμματιστικών δεξιοτήτων από την παιδική ηλικία ακόμα σε γνωστικό επίπεδο, γίνεται όλο και μεγαλύτερος (Wing, 2006). Τα πολυάριθμα οφέλη της πολυαισθητηριακής αντίληψης στη μάθηση, επίσης, κάνουν την εμφάνισή τους σε πλήθος ερευνών τα τελευταία χρόνια. Έτσι, στόχος μας ήταν να γίνει μια εφαρμοσμένη παρέμβαση, με στόχο να εξεταστεί η επίδραση της πολυαισθητηριακής αντίληψης στην εκμάθηση προγραμματιστικών εντολών. Αξίζει να τονιστεί πως η παρούσα έρευνα αποτελεί μία πολύ αρχική προσπάθεια στο να ελέγξουμε αν και κατά πόσο η πολυαισθητηριακή μάθηση επιδρά θετικά

στην απομνημόνευση και εκμάθηση των εντολών προγραμματισμού, δηλαδή σε ένα σημαντικό μέρος της σύνταξης του κώδικα. Είναι απαραίτητο η έρευνα να συνεχιστεί πάνω σε αυτόν τον τομέα, ώστε μελλοντικά να φτάσουμε στο σημείο να μπορούμε να ελέγχουμε την τυχόν θετική επίδραση της πολυαισθητηριακής αντίληψης όχι μόνο στην κατανόηση του κώδικα αλλά και στη δυνατότητα αναπαραγωγής του, δηλαδή στη συγγραφή του και στη διαδικασία αποσφαλμάτωσης. Έτσι, θα έχουμε μία σφαιρική εικόνα της επίδρασης πολυαισθητηριακών ερεθισμάτων στην ικανότητα προγραμματισμού.

4.2 Περιορισμοί

Ένας σημαντικός περιορισμός της παρούσας έρευνας ήταν πως διενεργήθηκε διαδικτυακά. Αυτό σημαίνει πως δεν ήταν δυνατόν να γίνει πλήρης έλεγχος των εξωγενών μεταβλητών, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την πειραματική διαδικασία και τα αποτελέσματά της, αφού κάθε συμμετέχων πραγματοποιούσε τη διαδικασία σε δικό του χώρο, ο οποίος δε μπορεί να είναι με τον ίδιο τρόπο οργανωμένος για όλους. Για παράδειγμα, ένας σημαντικός παράγοντας που θα μπορούσε να επηρεάσει τη διαδικασία είναι η ύπαρξη οποιουδήποτε εξωτερικού ήχου ή θορύβου στο περιβάλλον του κάθε συμμετέχοντα.

Επιπλέον, η συνθήκη που βίωσαν οι συμμετέχοντες δε μπορεί να είναι ακριβώς η ίδια ούτε και για τους ίδιους για κάθε μία από τις πέντε μέρες που συμμετείχαν στο πείραμα. Υπήρξε, βέβαια, σύσταση η διαδικασία να λαμβάνει χώρα κάθε μέρα περίπου την ίδια ώρα, ώστε να περνάει όσο το δυνατόν ίσο χρονικό διάστημα μεταξύ των διαφορετικών μερών της έρευνας. Παρά ταύτα, κατέστη αδύνατον να οργανωθεί το πειραματικό περιβάλλον με τις ίδιες ακριβώς συνθήκες, που θα μπορούσε να εξασφαλίσει ένας πειραματιστής σε δικό του χώρο, ίδιο για όλους. Για την εξασφάλιση της εγκυρότητας στην πειραματική διαδικασία θα ήταν απαραίτητος ένας χώρος ίδιος για όλους με καλή ηχομόνωση, χωρίς παρεμβολές εξωτερικών θορύβων και με ουδέτερα οπτικά ερεθίσματα στο γύρω περιβάλλον. Επιπρόσθετα, η απόσταση από την οθόνη του υπολογιστή θα έπρεπε να είναι ίση για όλους τους συμμετέχοντες, ενώ ακόμα και η ανάλυση της οθόνης θα έπρεπε να παραμένει σταθερή για όλους (Moustakis & Mellon, 2018).

Παράλληλα, δε μπορούμε να γνωρίζουμε με απόλυτη ακρίβεια και το κατά πόσο οι ίδιοι οι συμμετέχοντες έδωσαν την απαραίτητη προσοχή στη φάση

εκμάθησης και κατά πόσο μπορεί να έδιναν τυχαίες απαντήσεις στη φάση εξέτασης, κάτι το οποίο αφορά και πάλι το γεγονός ότι η έρευνα διενεργήθηκε διαδικτυακά. Παρ' όλα αυτά, λόγω της στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων δεν έχουμε σοβαρό λόγο να πιστεύουμε ότι κάτι τέτοιο μπορεί να επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματά μας.

Ένας ακόμη περιορισμός ήταν και το ότι δεν υπήρξε μια ομάδα, η οποία στη φάση εκμάθησης θα παρακολουθούσε οπτικοακουστικά ερεθίσματα, αλλά το ακουστικό ερέθισμα δε θα αποτελούσε σημασιολογικά συσχετισμένο ήχο αλλά απλό θόρυβο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αν υπήρχε και αυτή τρίτη συνθήκη μπορεί να βλέπαμε κάποια διαφοροποίηση στα τελικά αποτελέσματα.

Εκτός από την τρίτη αυτή συνθήκη, έλλειψη αποτελεί και το γεγονός ότι δεν υπήρξε και μία τέταρτη συνθήκη οπτικής αντίληψης μόνο αλλά με περισσότερα από τα υπάρχοντα οπτικά ερεθίσματα, ώστε να αποκλειστεί η πιθανότητα τα αποτελέσματα να οφείλονται όχι αποκλειστικά στο συνδυασμό περισσότερων από μίας αίσθησης, δηλαδή στην πολυαισθητηριακή αντίληψη αλλά στην ύπαρξη και μόνο πολλαπλών ερεθισμάτων στη φάση εκμάθησης, είτε αυτά είναι μόνο οπτικά είτε είναι οπτικοακουστικά.

Τέλος, περιορισμό αποτέλεσε και το γεγονός ότι δεν κατέστη εφικτό να γίνει επαναληπτική εξέταση μετά το πέρας κάποιου χρονικού διαστήματος, ώστε να έχουμε πιο σαφή εικόνα για την αποτελεσματικότητα της παρέμβασής μας και την αντοχή της μάθησης που επιτεύχθηκε στο χρόνο.

4.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να επιβεβαιωθεί η υπόθεση πως ένα πολυαισθητηριακό περιβάλλον θα συντελέσει σε αποτελεσματικότερη μάθηση επιλεγμένων εντολών προγραμματισμού. Η υπόθεση αυτή βασίστηκε σε έναν αξιόλογο αριθμό ερευνών, που έχουν γίνει μέχρι σήμερα πάνω στην πολυαισθητηριακή αντίληψη και μάθηση, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Τα αποτελέσματα, όντως, έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του πολυαισθητηριακού περιβάλλοντος και του περιβάλλοντος μόνο με οπτικά ερεθίσματα. Μακροπρόθεσμος στόχος είναι να γίνει περαιτέρω έρευνα πάνω σε αυτόν τον τομέα, ώστε να ενισχυθεί περισσότερο η υπόθεση ότι η

εκμάθηση του προγραμματισμού υπολογιστών θα είναι η βέλτιστη, όταν αυτή γίνεται με χρήση πολυαισθητηριακών μέσων.

Κρίνεται, λοιπόν, σημαντικό να επαναληφθεί μελλοντικά ο παρών πειραματικός σχεδιασμός σε συνθήκες εργαστηρίου, ώστε να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματά μας και να αποκλειστεί η πιθανότητα παρεμβολής εξωγενών μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Επιπλέον, προτείνεται να επανασχεδιαστεί η πειραματική διαδικασία με την προσθήκη και μιας τρίτης συνθήκης αλλά και μιας τέταρτης συνθήκης, όπως προαναφέρθηκε. Δηλαδή η ύπαρξη δύο ομάδων εκ των οποίων η μία θα παρακολουθήσει τη φάση εκπαίδευσης με συνδυασμό οπτικοακουστικών ερεθισμάτων, χωρίς, όμως, το ακουστικό ερέθισμα να αποτελεί σημασιολογικά αντιστοιχισμένο ήχο με το οπτικό ερέθισμα αλλά μη σχετιζόμενο θόρυβο και η άλλη θα παρακολουθήσει τη φάση εκμάθησης μόνο με οπτικά ερεθίσματα αλλά με περισσότερα από τα ήδη υπάρχοντα, ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο οπτικών συνθηκών ή συγκριτικά με τις οπτικοακουστικές συνθήκες.

Επίσης, θα ήταν αρκετά βοηθητικό και διαφωτιστικό το να συλλεχθούν δεδομένα και από τη φάση εκμάθησης, ώστε να μπορούμε να έχουμε μία πιο σαφή εικόνα για τη διαδικασία μάθησης.

Προτείνεται, ακόμα, να διενεργηθεί έρευνα παρόμοιου τύπου, η οποία να έχει ως συμμετέχοντες άτομα με πολύ καλή γνώση προγραμματισμού. Στην παρούσα έρευνα, όπως αναφέρθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο, περιορισμό για την επιλογή των συμμετεχόντων αποτέλεσε η μηδενική ή ελάχιστη γνώση προγραμματισμού. Θα είχε ερευνητικό ενδιαφέρον να ελεγχθεί πειραματικά αν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ προγραμματιστών και ατόμων με μηδενική ή ελάχιστη εμπειρία στον προγραμματισμό, τόσο σε πολυαισθητηριακή όσο και σε μονοαισθητηριακή συνθήκη.

Τέλος, μελλοντικά θα μπορούσε να γίνει δοκιμή να αυξηθεί και ο αριθμός των προγραμματιστικών εντολών στην πειραματική συνθήκη ή να γίνει και χρήση εντολών από μη οπτικοποιημένες γλώσσες προγραμματισμού, ώστε να ελεγχθεί η υπόθεσή μας και σε πιο απαιτητικά έργα. Ακόμα, κρίνεται σημαντικό σε παρόμοια μελλοντική έρευνα να ακολουθήσει follow up ύστερα από κάποιο διάστημα, ώστε

να έχουμε μια πιο σφαιρική εικόνα για την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στις εξαρτημένες.

5. Βιβλιογραφία

Ahmed, F., Capretz, L. F., Bouktif, S., & Campbell, P. (2015). *Soft skills and software development: A reflection from the software industry*. Ambrosio, A. P., Costa, F. M., Almeida, L., Franco, A., & Macedo, J. (2011).

Baker, J.M., & Jordan, K.E. (2015). The influence of multisensory cues on representation of quantity in children. In D. Geary, D. Berch & K.M. Koepke (Eds.), *Math cognition Vol 1: Evolutionary origins and early development of basic number processing* (Vol. 1, ch. 11). New York: *Elsevier*.

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). Computing our future. *Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. European Schoolnet, Brussels*.

Bau, D., Gray, J., Kelleher, C., Sheldon, J., & Turbak, F. (2017). Learnable programming. *Communications of the ACM*, 60(6), 72-80.

Bers, M. U. (2008). *Blocks to Robots Learning with Technology in the Early Childhood Classroom*. Teachers College Press.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.

Brandwein, A. B., Foxe, J. J., Russo, N. N., Altschuler, T. S., Gomes, H., & Molholm, S. (2010). The development of audiovisual multisensory integration across childhood and early adolescence: a high-density electrical mapping study. *Cerebral Cortex*, 21(5), 1042-1055.

- Broadbent, H.J., White, H., Mareschal, D., & Kirkham, N.Z. (2017). Incidental learning in a multisensory environment across childhood. *Developmental Science*, 21(2).
- Brown, N. C., & Wilson, G. (2018). Ten quick tips for teaching programming. *PLoS computational biology*, 14(4).
- Bruner, J. (1963). *The Process of Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Clements, D., & Sarama, J. (2003). Young children and technology: What does the research say?. *Young Children*, 58(6), 34-40.
- Cordes, C., & Miller, E. (2000). *Fool's Gold: A Critical Look at Computers in Childhood*. College Park, MD: Alliance for Childhood.
- Coull, N. J., & Duncan, I. M. (2011). Emergent requirements for supporting introductory programming. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 10(1), 78-85.
- Covaci, A., Ghinea, G., Lin, C. H., Huang, S. H., & Shih, J. L. (2018). Multisensory games-based learning-lessons learnt from olfactory enhancement of a digital board game. *Multimedia Tools and Applications*, 77(16), 21245-21263.
- Dalbey, J. and Linn, M.C. (1985) The demands and requirements of computer programming: a literature review. *J. Educ. Comput. Res.* 1, 253–274.
- Dede, C., Salzman, C.M. , Loftin, R.B., & Sprague, D. (1999). Multisensory Immersion as a Modeling Environment for Learning Complex Scientific Concepts. In: Roberts, N., W. Feurzeig and B. Hunter (Eds.), *Computer*

Modeling and Simulation in Science Education. Springer-Verlag, New York, pp: 282-319.

Djenno, M., Insua, G. M., & Pho, A. (2015). From paper to pixels: using Google Forms for collaboration and assessment. *Library Hi Tech News*.

Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*, Third Edition.

Flannery, L. P., & Bers, M. U. (2013). Let's dance the "robot hokey-pokey!" Children's programming approaches and achievement throughout early cognitive development. *Journal of research on technology in education*, 46(1), 81-101.

Francis, K., Khan, S., & Davis, B. (2016). Enactivism, spatial reasoning and coding. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 2(1), 1-20.

Grover, S. and Pea, R. (2013) 'Computational thinking in K-12: a review of the state of the field', *Educational Researcher*, Vol. 42, No. 1, pp.38–43.

Heikkilä, J. & Tiippana, K. (2016), ' School-aged children can benefit from audiovisual semantic congruency during memory encoding ' *Experimental Brain Research* , vol. 234, no. 5 , pp. 1199-1207.

Hwang, G.J. and Chang, H.F. (2011) 'A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students', *Computers and Education*, Vol. 56, No. 4, pp.1023–1031.

Jenkins, T. (2002, August). On the difficulty of learning to program. In *Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences* (Vol. 4, No. 2002, pp. 53-58).

Jordan, K. E., & Baker, J. (2011). Multisensory information boosts numerical

matching abilities in young children. *Developmental Science*, 14(2), 205-213.

Kasurinen, J., Purmonen, M., & Nikula, U. (2008). A Study of Visualization in Introductory Programming. In *Ppig* (p. 19).

Kazakoff, E. and Bers, M. (2012) 'Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: the impact on sequencing skills', *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, Vol. 21, No. 4, pp.371–391.

Kazakoff, E., Sullivan, A. and Bers, M.U. (2013) 'The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood', *Early Childhood Education Journal*, Vol. 41, No. 4, pp.245–255.

Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys*, 37, 83–137.

Kumar, E. S., & Nazneen, S. (2016). A Literature Review of the Theories of Learning and Varieties of Learning with Emphasis on Second Language Acquisition. *Language in India*, 16(7).

Kurland, D. M., Clement, C. A., Mawby, R., & Pea, R. D. (1987). 20 Mapping the Cognitive Demands of Learning to Program. In *Thinking: The Second International Conference*. Routledge.

Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford review of education*, 38(1), 9-24.

Lang, A., Bailey, R. L., & Connolly, S. R. (2015). Encoding Systems and Evolved

Message Processing: Pictures Enable Action, Words Enable Thinking.
Media and Communication, 3(1), 34.

Maalej, W., Tiarks, R., Roehm, T., & Koschke, R. (2014). On the comprehension of program comprehension. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 23(4), 31.

Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314-324.

Mead, J., Gray, S., Hamer, J., James, R., Sorva, J., Clair, C. S., & Thomas, L. (2006). A cognitive approach to identifying measurable milestones for programming skill acquisition. *Working Group Reports on ITiCSE on Innovation and Technology in Computer Science Education*.

Messer, D., Thomas, L., Holliman, A., & Kucirkova, N. (2018). Evaluating the effectiveness of an educational programming intervention on children's mathematics skills, spatial awareness and working memory. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2879-2888.

Moran, Z. D., Bachman, P., Pham, P., Cho, S. H., Cannon, T. D., & Shams, L. (2013). Multisensory encoding improves auditory recognition. *Multisensory research*, 26(6), 581-592.

Moustakis, I. S., & Mellon, R. C. (2018). Transitivity as Skinnerian problem solving controlled by self-constructed relational stimuli. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 110(3), 451-473.

Moyer-Packenham, P., Baker, J.M., Westenskow, A., Anderson, K., Shumway, J., &

- Rodzon, K. (2013). A study comparing virtual manipulatives with other instructional treatments in third- and fourth-grade classrooms. *Journal of Education*, 193(2), 25–39.
- Murray, M. M., Lewkowicz, D. J., Amedi, A., & Wallace, M. T. (2016). Multisensory processes: a balancing act across the lifespan. *Trends in Neurosciences*, 39(8), 567-579.
- Oppenheimer, T. (2003). *The Flickering Mind: Saving Education from the False Promise of Technology*. New York: Random House.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3), 187-202.
- Portelance, D-J. and Bers, M-U. (2015) ‘Code and tell: assessing young children’s learning of computational thinking using peer video interviews with ScratchJr’, *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children (IDC ’15)*, ACM, Boston, MA, USA.
- Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students’ reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional Science*, 45(5), 583-602.
- Resnick, M. (2006). *Computer as paint brush: Technology, play, and the creative society. How play motivates and enhances children’s cognitive and social-emotional growth*, 192-208.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., &

- Kafai, Y. B. (2009). Scratch: Programming for all. *Commun. Acm*, 52(11), 60-67.
- Scherer, R. (2016). Learning from the Past—The Need for Empirical Evidence on the Transfer Effects of Computer Programming Skills. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in cognitive sciences*, 12(11), 411-417.
- Schmidt, H. G., Cohen-Schotanus, J., Van Der Molen, H. T., Splinter, T. A., Bulte, J., Holdrinet, R., & Van Rossum, H. J. (2010). Learning more by being taught less: a “time-for-self-study” theory explaining curricular effects on graduation rate and study duration. *Higher Education*, 60(3), 287-300.
- Singh, H. & Reed, C. (2001). A White Paper: Achieving Success with Blended Learning. *Centra Software*, Los Angeles.
- Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers’ rules: exploring the impact of teaching styles on young children’s programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 347-376.
- Strawhacker, A., Lee, M., Caine, C., & Bers, M. (2015, June). ScratchJr Demo: A coding language for Kindergarten. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 414-417). ACM.
- Strawhacker, A., Portelance, D., Lee, M. and Bers, M.U. (2015b) ‘Designing tools for developing minds: the role of child development in educational

technology', *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (IDC '15), ACM, Boston, MA, USA.

Thelen, A., Talsma, D., & Murray, M. M. (2015). Single-trial multisensory memories affect later auditory and visual object discrimination. *Cognition*, 138, 148-160.

Tsai, C. Y. (2019). Improving students' understanding of basic programming concepts through visual programming language: The role of self-efficacy. *Computers in Human Behavior*, 95, 224-232.

Wang, D., Wang, T., & Liu, Z. (2014). A Tangible Programming Tool for Children to Cultivate Computational Thinking. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-10.

Wing, J.M. (2006) 'Computational thinking', *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, pp.33–35.