

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Vol 1 (2018)

11ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Augmented1010: Περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας για την ανάπτυξη νοερών στρατηγικών για παιδιά δημοτικού

Παναγιώτης Παρνάβας, Γεώργιος Παλαιγεωργίου

To cite this article:

Παρνάβας Π., & Παλαιγεωργίου Γ. (2022). Augmented1010: Περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας για την ανάπτυξη νοερών στρατηγικών για παιδιά δημοτικού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 385–392. Retrieved from <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4326>

Augmented1010: Περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας για την ανάπτυξη νοερών στρατηγικών για παιδιά δημοτικού

Παρνάβας Παναγιώτης¹, Παλαιγεωργίου Γεώργιος²
 parnavas@gmail.com, gpalegeo@gmail.com

¹ Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών ΣΔΥ, Ανοικτό Ελληνικό Πανεπιστήμιο,
² Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Παρότι οι νοερόι υπολογισμοί είναι μια διαδομένη διαδικασία στην καθημερινή ζωή, η κατανόηση και εφαρμογή των στρατηγικών νοερών υπολογισμών θεωρείται δύσκολη και απαιτητική. Στη συγκεκριμένη έρευνα εστιαζόμαστε στη εξοικείωση μαθητών Β' Δημοτικού με τους νοερούς υπολογισμούς και πιο συγκεκριμένα με τη στρατηγική Διαχωρισμού Δεκάδων Μονάδων ή 1010. Παρουσιάζουμε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας που «σωματοποιεί» τη συγκεκριμένη στρατηγική και προσπαθεί να προσδώσει ένα αυθεντικό και παιγνιώδη χαρακτήρα στη διαδικασία εξάσκησης μαζί της. Η εφαρμογή αποτελείται από 3 διαφορετικές δραστηριότητες: πραγματοποίηση αγορών σε Σούπερ Μάρκετ, πραγματοποίηση υπολογισμών με χειραπτικά αντικείμενα και ένα παιχνίδι υπολογισμών. Για την αξιολόγηση της εφαρμογής Augmented1010, υλοποιήθηκαν 27 συνεδρίες διάρκειας περίπου 30 λεπτών ανά ζεύγος με 54 μαθητές ηλικίας 7-8 ετών. Όπως προκύπτει από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν, το περιβάλλον κατάφερε μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα να προωθήσει αποτελεσματικά τη συγκεκριμένη στρατηγική νοερών υπολογισμών και με ένα τρόπο που χαρακτηρίστηκε ως ιδιαίτερα ευχάριστος και αυθεντικός.

Λέξεις κλειδιά: νοερόι υπολογισμοί, στρατηγικές νοερών υπολογισμών, ενσώματη μάθηση, περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας

Εισαγωγή

Με τον πέρασμα των χρόνων έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί για την έννοια των νοερών υπολογισμών, με έναν περιεκτικό και απλό ορισμό να έχει δοθεί από τη Maclellan (2001), σύμφωνα με την οποία νοερός υπολογισμός “είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα άτομο υπολογίζει με ακρίβεια το αριθμητικό αποτέλεσμα κάποιας αριθμητικής πράξης χωρίς τη βοήθεια εξωτερικών μέσων π.χ. αριθμομηχανής, μολυβιού και χαρτιού, υπολογιστή κ.τ.λ.” Οι νοερόι υπολογισμοί είναι μια διαδομένη διαδικασία στην καθημερινή ζωή των παιδιών και των ενηλίκων. Πρέπει συχνά να κάνουμε γρήγορους υπολογισμούς για να απαντήσουμε σε ερωτήματα όπως: Έχω αρκετά χρήματα για να αγοράσω αυτό που χρειάζομαι; Πόσο χρόνο χρειάζομαστε ακόμη για να φτάσουμε στο σπίτι; (Lemonidis, 2015) Σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την ποιότητα των νοερών υπολογισμών είναι η ευελιξία και η ποικιλία στρατηγικών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας μαθητής (Lemonidis, 2015). Το ρεπερτόριο των στρατηγικών που έχει ένας μαθητής συνδέεται τόσο με την ταχύτητα όσο και με την ακρίβεια των νοερών υπολογισμών του.

Η κατανόηση και εφαρμογή των στρατηγικών των νοερών υπολογισμών θεωρείται δύσκολη όχι μόνο για τους μαθητές αλλά και για τους δασκάλους που καλούνται να τις διδάξουν. Στη συγκεκριμένη έρευνα θα ασχοληθούμε με τη εξοικείωση μαθητών Β' Δημοτικού με τους νοερούς υπολογισμούς και πιο συγκεκριμένα με τη στρατηγική Διαχωρισμού

Δεκάδων Μονάδων ή 1010, σύμφωνα με την οποία για να καταλήξεις στο τελικό αποτέλεσμα θα πρέπει να υπολογιστούν πρώτα οι δεκάδες και μετά οι μονάδες, π.χ. στην πρόσθεση $23+13$ θα πρέπει τα παιδιά να εφαρμόσουν τη στρατηγική $20+10=30$, $3+3=6$, $30+6=36$. Για την επίτευξη αυτού του στόχου θα παρουσιάσουμε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας που «σωματοποιεί» τη συγκεκριμένη στρατηγική και προσπαθεί να προσδώσει ένα αυθεντικό και παιγνιώδη χαρακτήρα στη διαδικασία εξάσκησης μαζί της.

Ενσώματη μάθηση και μαθηματικά

Κατά την τελευταία εικοσαετία, έχει αναπτυχθεί μια τάση, η οποία δίνει έμφαση στον ενσώματο χαρακτήρα της μάθησης. Σύμφωνα με τους Varela et al. (2017) η θεωρία της ενσώματης γνώσης (embodied cognition) προέκυψε μετά από προσπάθεια να αναζητηθεί η προέλευση και η φύση της μαθηματικής γνώσης, στα πλαίσια της γνωσιακής επιστήμης. Η τάση της ενσώματης γνώσης ή μάθησης όπως αναφέρεται, δίνει έμφαση στις αισθητηριακές και κινητικές λειτουργίες του σώματος για το πώς και τι σκέφτεται ένας οργανισμός, και υποθέτει ότι η ανθρώπινη γνώση είναι βαθιά ριζωμένη στις αλληλεπιδράσεις του σώματος με το φυσικό περιβάλλον. Σε αυτό το πλαίσιο, αρκετοί ερευνητές ισχυρίζονται πως τα μαθηματικά δεν είναι παθητικά και μονοδιάστατα, αλλά οικοδομούνται ως μια πολυτροπική αισθητικοκινητική αλληλεπίδραση (Abrahamson et al., 2014, Nemirovsky 2003, Roth 2010).

Οι Alibali et al (2012) ανέδειξαν τη σχέση των μαθηματικών με την ενσώματη μάθηση μελετώντας τρεις τρόπους αλληλεπίδρασης εκπαιδευτικών και μαθητών κατά την εκπαιδευτική διαδικασία: δεικτικές χειρονομίες για να απεικονιστεί η μαθηματική γνώση που βρίσκεται στο περιβάλλον, χρήση χειρονομιών για την απεικόνιση της σχέσης μεταξύ μιας μαθηματικής έννοιας και ενός αντικειμένου στο φυσικό περιβάλλον, και χειρονομίες που παρουσιάζουν εννοιολογικές μεταφορές. Στην έρευνα των Shayan et al. (2015), διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά σε μικρή ηλικία (10-12 ετών), είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν ενσώματα με ψηφιακά αντικείμενα που συνδέονται άμεσα με μαθηματικές έννοιες, ακόμη και αν δεν γνωρίζουν από πριν τις έννοιες αυτές. Το άρθρο των Anelli et al. (2014), έρχεται να ενισχύσει τη συσχέτιση μεταξύ των αριθμητικών πράξεων, της επίγνωσης χωρικού πλαισίου και της σωματικής κίνησης καθώς καταδεικνύει ότι η επεξεργασία των χωρικών πληροφοριών και των αριθμητικών μεγεθών είναι στενά συνυφασμένες. Επιπρόσθετα, οι Manches & Dragomir (2016) εξετάζουν τις απόψεις των Núñez and Lakoff (2000) που προτείνουν δύο θεμελιώδεις ενσώματες εννοιολογικές μεταφορές ως υπεύθυνες για τις έννοιες των αριθμών και της αριθμητικότητας. Στην πρώτη, η αριθμητική γίνεται αντιληπτή ως η συλλογή αντικειμένων, και αναπτύσσεται από τις εμπειρίες με τα φυσικά αντικείμενα. Κατά τη δεύτερη ενσώματη μεταφορά, η αριθμητική είναι μια διαρκής κίνηση κατά μήκος μιας νοερής γραμμής και αποτελεί μια απεικόνιση της γραμμικής κίνησης κατά μήκος διαφόρων σημείων στο πεδίο των αριθμών (π.χ. βήματα στο περπάτημα).

Οι Bakker et al., (2012) στην έρευνα τους χρησιμοποιούν τον όρο «ενσώματες μεταφορές» (embodied metaphors) υποστηρίζοντας ότι οι σωματικές αλληλεπιδράσεις του ατόμου με το περιβάλλον ενισχύουν τη μάθηση αφού βοηθούν τα παιδιά να σκέφτονται και να προσεγγίζουν αφηρημένες έννοιες αξιοποιώντας πρώτες εμπειρίες. Συγκεκριμένα, το άτομο μέσω της επαφής και των εμπειριών του με το περιβάλλον, δημιουργεί «σχήματα» (embodied schemata) τα οποία χρησιμοποιούνται, μεταφέρονται σε ανώτερο εννοιολογικό επίπεδο για την κατανόηση αφηρημένων εννοιών. Οι νέες τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν αυτές τις μεταφορές, οι οποίες γίνονται κυρίως ασυνείδητα αφού μετατρέπουν τις κινήσεις του ατόμου σε ζωντανές και εντυπωσιακές εικόνες (Gallagher & Lindgen, 2015), δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στον τρόπο που αυτές συνδέονται με τις αφηρημένες έννοιες τόσο μέσα από την αλληλεπίδραση με το σώμα όσο και με την χρήση

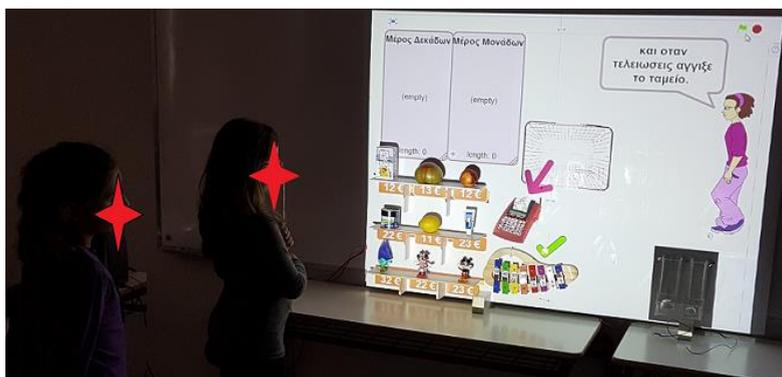
απτών τεχνουργημάτων (Bakker, Antle & Hoven, 2012). Τα περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας και οι φυσικές διεπαφές είναι πιθανότατα οι πιο κατάλληλες τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της ενσώματης μάθησης διότι συνδυάζουν τη σωματική δραστηριότητα με πλούσιες αναπαραστάσεις (Lingren & Johnson-Glenberg, 2013). Προκειμένου όμως αυτές οι διεπαφές να αποτελέσουν ένα δυναμικό και αποτελεσματικό εργαλείο, απαιτείται από τους σχεδιαστές τους να μπορούν να προσδιορίσουν τις αισθητηριοκινητικές εμπειρίες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της γνώσης στο εκάστοτε πεδίο (Manches & O'Malley, 2015)

Το περιβάλλον Augmented Assistant 1010

Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή Augmented1010 είναι μια διαδραστική επιφάνεια μεικτής πραγματικότητας, για μαθητές της Β' τάξης του δημοτικού η οποία στοχεύει στην εξοικείωση με τη στρατηγική «Διαχωρισμός Δεκάδων-Μονάδων ή 1010» των νοερών υπολογισμών.

Η εφαρμογή αποτελείται από 3 διαφορετικές δραστηριότητες, τις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνται να τις φέρουν εις πέρας σε ζευγάρια. Η επιλογή των δραστηριοτήτων έγινε με σκοπό οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με διαφορετικές αναπαραστάσεις και απτικές αλληλεπιδράσεις της στρατηγικής καθώς όμως ενεργούν σε ένα αυθεντικό περιβάλλον δραστηριοτήτων. Στις δύο πρώτες ο κάθε μαθητής εκτελεί τη δραστηριότητα ξεχωριστά και εναλλάξ ενώ η κάθε δραστηριότητα περιλαμβάνει 6 επαναλήψεις. Στην τρίτη και τελευταία δραστηριότητα, συμμετέχουν και οι 2 μαθητές ταυτόχρονα, λειτουργώντας ανταγωνιστικά. Σε όλη τη διάρκεια αλληλεπίδρασης της εφαρμογής, υπάρχει ένας χαρακτήρας, η κ. Σοφία, που καθοδηγεί τα παιδιά και επεξηγεί τα πιο δυσνόητα σημεία.

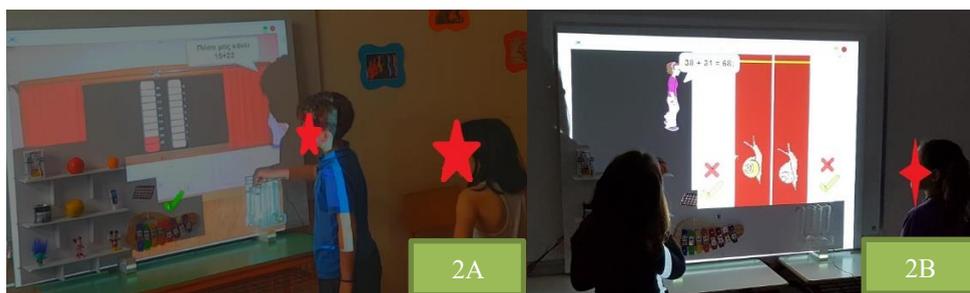
Η πρώτη δραστηριότητα εκτυλίσσεται σε ένα χώρο που τα παιδιά επισκέπτονται καθημερινά, αυτόν του σούπερ μάρκετ. Στην εικόνα 1 φαίνεται το περιβάλλον που κατασκευάστηκε προκειμένου το ζεύγος των μαθητών να αγγίζει και να εκτελεί νοερούς υπολογισμούς χρησιμοποιώντας τη στρατηγική 1010. Στο περιβάλλον αυτό έχουμε τοποθετήσει ένα καλάθι το οποίο γεμίζουν οι μαθητές, ράφια με προϊόντα, μία ταμειακή μηχανή προκειμένου να προσομοιώσουμε το περιβάλλον ενός Σούπερ Μάρκετ και ένα μεταλλόφωνο του οποίου τα πλήκτρα αντιστοιχούν με εναλλακτικές απαντήσεις. Ο κάθε μαθητής καλείται να επιλέξει 2 προϊόντα από τα ράφια και αφού "γεμίσει" το καλάθι, πηγαίνει στο ταμείο προκειμένου να υπολογίσει με τη στρατηγική του διαχωρισμού Δεκάδων και Μονάδων το ποσό που θα πρέπει να πληρώσει. Για να ωθήσουμε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη συγκεκριμένη στρατηγική, αυτόματα δημιουργούνται 2 λίστες στις οποίες διαχωρίζεται το κόστος κάθε προϊόντος που θα αγγίξει, με τη πρώτη λίστα να αποθηκεύει και να παρουσιάζει το μέρος των δεκάδων και τη δεύτερη το μέρος των μονάδων. Με το τρόπο αυτό ο μαθητής κινητοποιείται να υπολογίσει ξεχωριστά τα 2 αθροίσματα κατά τον τελικό υπολογισμό του οφειλόμενου ποσού και στη συνέχεια αφού περάσει από το ταμείο, πρέπει να πληρώσει επιλέγοντας την κατάλληλη νότα στο μεταλλόφωνο που αντιστοιχεί στο οφειλόμενο ποσό. Τα ποσά που αποτυπώνονται στο μεταλλόφωνο είναι και αυτά διαχωρισμένα σε μονάδες και δεκάδες οπότε και εδώ ο μαθητής ωθείται έμμεσα να κάνει χρήση της συγκεκριμένης στρατηγικής.



Εικόνα 1. Ζεύγος μαθητών κατά την εκτέλεση της πρώτης δραστηριότητας

Στη δεύτερη δραστηριότητα, έχουμε μια σταδιακή αύξηση της δυσκολίας, αφήνουμε το περιβάλλον του Σούπερ Μάρκετ και μεταφερόμαστε σε αυτό της σχολικής τάξης. Εδώ οι μαθητές καλούνται να χειριστούν τις δεκάδες και τις μονάδες με μια χειραπτική διεπαφή και πιο συγκεκριμένα με 2 μπάλες που τοποθετούνται σε δυο διάφανες ράβδους για να σχηματιστεί ένας αριθμός (όπως φαίνεται στην εικόνα 2Α). Οι μαθητές αγγίζοντας τη μεγάλη μπάλα και εισάγοντάς την μέσα στη αντίστοιχη ράβδο προσθέτουν μια δεκάδα στο τρέχον αποτέλεσμα ενώ αντίστοιχα με τη μικρότερη μπάλα προσθέτουν μονάδες. Με το τρόπο αυτό η συγκεκριμένη στρατηγική αποδομήθηκε ζητώντας από τους μαθητές να εκτελούν δεκάδα-δεκάδα τα βήματά της προκειμένου να φτάσουν στο τελικό αποτέλεσμα. Για κάθε δεκάδα ή μονάδα (μεγάλο ή μικρό μπαλάκι) που πέφτει μέσα στις ράβδους, η εφαρμογή επιπλέον προσφέρει και μια αντίστοιχη ψηφιακή αναπαράσταση του αριθμού που σχηματίζεται σε δυο ψηφιακούς σωλήνες. Οι μαθητές είναι σε θέση να βρουν το τελικό άθροισμα, απλά ελέγχοντας στην επιφάνεια προβολής την θέση του δείκτη στους 2 σωλήνες που έχουν την ανάλογη διαγράμμιση.

Η τρίτη και τελευταία φάση της εφαρμογής εστιάζεται στην πρακτική άσκηση της στρατηγικής σε ένα παιγνιώδες περιβάλλον. Το ζεύγος των μαθητών στην δραστηριότητα με τίτλο “ο αγώνας των σαλιγκαριών” καλείται να κάνει υπολογισμούς γρήγορα. Το περιβάλλον εδώ είναι ένας στίβος ενός αθλητικού σταδίου όπου οι διαγωνιζόμενοι, τα σαλιγκάρια εν προκειμένω, έχουν λάβει τις θέσεις τους στην αφετηρία και περιμένουν τις σωστές απαντήσεις των μαθητών προκειμένου να κινηθούν προς το τερματισμό. Η κ. Σοφία θέτει τα ερωτήματα στους 2 μαθητές και σε κάθε ορθή απάντηση το σαλιγκάρι του μαθητή που απάντησε πιο γρήγορα μετακινείται μία θέση πιο κοντά στον τερματισμό ενώ στις λάθος απαντήσεις παραμένει ακίνητο (Εικόνα 2Β). Στη τρίτη δραστηριότητα οι μαθητές ουσιαστικά καλούνται να εφαρμόσουν τη στρατηγική που διδάχθηκαν και με την οποία εξοικειώθηκαν στις προηγούμενες 2 δραστηριότητες, προκειμένου να καταλήξουν γρηγορότερα στην ορθή απάντηση. Το στοιχείο του ανταγωνισμού σε συνδυασμό με την πίεση του χρόνου (μόνο η πιο γρήγορη απάντηση ενός μαθητή σε κάθε ερώτημα είναι αποδεκτή), αυξάνει το επίπεδο δυσκολίας αλλά ταυτόχρονα επιδιώκει να αυξήσει το επίπεδο συγκέντρωσης, τον ενθουσιασμό και το ενδιαφέρον των μαθητών.



Εικόνα 2. Η δραστηριότητες 2 και 3 κατά την πειραματική διαδικασία

Μεθοδολογία

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι να αξιολογήσει κατά πόσο περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας που σωματοποιούν νοερές στρατηγικές σε ένα αυθεντικό πλαίσιο δραστηριοτήτων και με ένα παιγνιώδη χαρακτήρα μπορούν να ευνοήσουν την καλλιέργεια των συγκεκριμένων νοερών στρατηγικών.

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής Augmented1010, υλοποιήθηκαν 27 συνδρίες διάρκειας περίπου 30 λεπτών ανά ζεύγος. Συνολικά συμμετείχαν 54 μαθητές ηλικίας 7-8 ετών της Β' τάξη διάφορων δημοτικών σχολείων του νομού Φλώρινας. Από τους μαθητές, οι 24 ήταν αγόρια και οι 30 κορίτσια.

Οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν πριν την εκκίνηση της δραστηριότητας ένα ερωτηματολόγιο (pretest) που περιλάμβανε 4 ερωτήματα υπολογισμών στα οποία οι μαθητές έπρεπε να περιγράψουν από μόνοι τους βηματικά τη στρατηγική υπολογισμού που ακολούθησαν (π.χ. *έστω ότι έχεις να βρεις με το μυαλό σου πόσο κάνει $24+11$, περιέγραψε αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού που θα ακολούθησες και πραγματοποίησε τον υπολογισμό*). Αμέσως μετά το τέλος της δραστηριότητας, οι μαθητές καλούνταν να συμπληρώσουν ένα παραπλήσιο ερωτηματολόγιο (posttest) με διαφορετικούς αλλά ανάλογους υπολογισμούς προκειμένου να αξιολογηθούν εκ νέου οι στρατηγικές που εφαρμόζαν.

Επιπρόσθετα, στο τέλος της δραστηριότητας, έπρεπε να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε 5-βάθμιες ερωτήσεις Likert και οι οποίες προέκυψαν κυρίως από τα ερωτηματολόγια AttrakDiff (Hassenzahl & Monk 2010) και Flow State Scale (Jackson & Marsh, 1996) και αποτελούνταν από τις ακόλουθες μεταβλητές:

- την ευχρηστία του συστήματος και πιο συγκεκριμένα, της μεταβλητές hedonic quality-identity (μετράει τον βαθμό ταύτισης του χρήστη με την κατασκευή, 3 ερωτήσεις), hedonic quality-stimulation (μετράει τον βαθμό στον οποίο μια τέτοια δημιουργία θεωρείται καινοτόμος και ενδιαφέρουσα, ερωτήσεις), pragmatic quality (μετρά τον βαθμό επίτευξης των στόχων του χρήστη, 3 ερωτήσεις)
- ευκολία χρήσης της υλοποίησης (3 ερωτήσεις)
- ικανοποίηση από τη χρήση της εφαρμογής (3 ερωτήσεις)
- συγγέντρωση στην εφαρμογή κατά την εκτέλεσή της (3 ερωτήσεις)

Όλες οι μεταβλητές είχαν Cronbach's α πάνω από 0,7 και μπορούν να θεωρηθούν συνεκτικές. Μετά τη συμπλήρωση και του 2ου ερωτηματολογίου, κάθε ζευγάρι μαθητών επιπλέον συμμετείχε σε ομαδική συνέντευξη με σκοπό να συλλέξουμε ποιοτικά τη γενική εντύπωση των παιδιών για τη διαδικασία, τη χρησιμότητα του εγχειρίματος, τη σύγκρισή του με την παραδοσιακή διδασκαλία και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

Αποτελέσματα

Αλλαγή στρατηγικών

Στο πίνακα 1 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια στρατηγικών πριν και μετά τη δραστηριότητα. Στη δεύτερη γραμμή του πίνακα είναι σκιασμένη η επιλογή της στρατηγικής 1010 πριν και μετά τη δραστηριότητα στα 4 ερωτήματα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα χρήσης των Στρατηγικών Νοερού Υπολογισμού

Στρατηγικές Νοερών Υπολογισμών	Ερώτημα 1		Ερώτημα 2		Ερώτημα 3		Ερώτημα 4	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Στρογγυλοποιήσεις	14	7	8	3	17	8	8	6
Διαχωρισμός Δεκάδων-Μονάδων 1010	10	27	16	32	8	20	11	26
Νοερός - Παραδοσιακός Αλγόριθμος	14	10	14	9	8	9	17	9
Υπολογισμός με βάση τον πρώτο όρο	12	6	12	6	17	13	14	9

Όπως είναι φανερό από τα στοιχεία του πίνακα, σημαντική ήταν η μείωση της στρατηγικής «Στρογγυλοποιήσεις» καθώς για παράδειγμα από τους 12 περίπου μαθητές που αρχικά τη χρησιμοποίησαν στο ερώτημα 1, τελικά μόνο οι 6 την επαναχρησιμοποίησαν. Οι μικρότερες αλλαγές παρουσιάστηκαν στο νοερό παραδοσιακό αλγόριθμο, γεγονός που θεωρείται αναμενόμενο καθώς πρόκειται για την πρώτη στρατηγική που διδάσκονται οι μαθητές στο σχολείο και πολλοί από αυτούς συνεχίζουν να τη χρησιμοποιούν κατά κόρον ακόμη και μετά τη σχολική ζωή τους. Τα αποτελέσματα που παρατίθενται πιο πάνω, είναι πολύ ενθαρρυντικά, καθώς παρατηρούμε πως σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα (που προσεγγίζει τη μισή μόλις διδακτική ώρα), η εφαρμογή μεικτής πραγματικότητας κατάφερε να αυξήσει πολύ τον αριθμό των μαθητών που νιώθουν άνετα και χρησιμοποιούν μια στρατηγική νοερών υπολογισμών.

Η εμπειρία χρήσης

Μελετώντας τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο στάσεων, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα, παρότι η εφαρμογή πρακτικά απαιτούσε μια γνωστικά απαιτητική διαρκή διαδοχή υπολογισμών, οι μαθητές την αξιολόγησαν ως εύκολη και ευχάριστη. Παράλληλα, θεώρησαν ότι ήταν συγκεντρωμένοι στους υπολογισμούς σε όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας. Ταυτίστηκαν με την εφαρμογή (HQ-I), την αξιολόγησαν ως καινοτόμα (HQ-S) και θεώρησαν ότι απαντά με αυθεντικότητα τους δικούς τους στόχους (PQ). Συνεπώς, η στάση τους απέναντι στην εμπειρία χρήσης της εφαρμογής θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως θετική.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα εμπειρίας χρήσης

Μεταβλητές	Μέσος Όρος	SD	Cronbach's α
Ευκολία χρήσης	4,31	1,29	0,74
Συγκέντρωση	4,19	1,16	0,77
Ικανοποίηση	4,44	1,07	0,84
Hedonic Quality-Identity (HQ-I)	4,32	1,16	0,87
Hedonic Quality-Stimulation (HQ-S)	4,19	1,20	0,71
Pragmatic Quality (PQ)	4,05	1,30	0,72

Οι προφορικές απόψεις των μαθητών

Οι μαθητές επιβεβαίωσαν τις απαντήσεις τους στις μεταβλητές στάσεων εκφράζοντας τον ενθουσιασμό τους και στις συνεντεύξεις:

«ήταν τέλειο αυτό που κάναμε», «ήταν φαντασμαγορικό, είχε πολύ φαντασία», «ήτανε σούπερ, εγώ θέλω να ξαναπάω μέσα».

Αντιμετώπισαν την όλη δραστηριότητα ως ένα παιχνίδι και σημείωσαν ότι προτιμούν αυτό τον τρόπο μάθησης γιατί είναι πιο αποδοτικός και πιο ευχάριστος:

«μας άρεσε τόσο πολύ το παιχνίδι με τα σαλιγκάρια που δεν λέγεται», «έτσι είναι καλύτερα γιατί τα παιχνίδια σε βοηθούν να πάρεις πιο πολλές σκέψεις στο μυαλό σου να δουλεύει πιο γρήγορα», «εγώ έτσι έμαθα πάρα πολλά, έμαθα χίλια πράγματα».

Όταν ρωτήθηκαν για το κατά πόσο θα προτιμούσαν να έπαιζαν την αντίστοιχη εφαρμογή σε μια ταμπλέτα μέσω αφής, επέδειξαν σαφή προτίμηση προς τη συγκεκριμένη εφαρμογή αναφέροντας τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι φυσικές διεπαφές:

«δεν θα μου άρεσε να το έπαιζα στο tablet γιατί θα είναι πιο δύσκολο», «μου άρεσε που είχε φυσικά αντικείμενα μπροστά μας και τα ακουμπούσαμε», «μου άρεσε περισσότερο έτσι γιατί αγοράζαμε πράγματα και ήτανε σαν αληθινό».

Επίσης υποστήριξαν ότι η συνεργατική χρήση της διεπαφής ήταν περισσότερο εποικοδομητική αλλά και παιγνιώδης: *«μου άρεσε σε ζευγάρια γιατί είχα κάποιον να κερδίζω», «μόνος μου δεν θα είχε πλάκα», «μου άρεσε γιατί είχα κάποιον να με βοηθάει».*

Συζήτηση

Η εφαρμογή Augmented1010 κατάφερε μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα να προωθήσει αποτελεσματικά μια συγκεκριμένη στρατηγική νοερών υπολογισμών χρησιμοποιώντας ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας με χειραπτικά αντικείμενα και διαφορετικού τύπου δραστηριότητες. Η ανάπτυξη νοερών στρατηγικών είναι ιδιαίτερα απαιτητική και χρονοβόρα μαθησιακή διεργασία και αυτό καθιστά τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος ακόμη πιο ενδιαφέροντα.

Είναι σημαντικό όμως να τονίσουμε ότι η χρήση της συγκεκριμένης στρατηγικής έναντι των άλλων δεν αποτελεί αυτομάτως μια βελτίωση του ρεπερτορίου στρατηγικών, αντίθετα θα μπορούσε να θεωρηθεί και ως υποβάθμιση καλύτερων εναλλακτικών για διαφορετικούς τύπους προβλημάτων. Το συγκεκριμένο περιβάλλον επιδιώκει την εξάσκηση σε μια συγκεκριμένη στρατηγική και εξετάζει τον άμεσο αντίκτυπο του. Η ολοκληρωμένη εξάσκηση όμως στους νοερούς υπολογισμούς θα απαιτούσε την ανάπτυξη αντίστοιχων περιβαλλόντων για επιπλέον νοερές στρατηγικές ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν τόσο το κατάλληλο ρεπερτόριο στρατηγικών όσο και την επιθυμητή γνωστική ευελιξία επιλογής και εφαρμογής τους.

Είναι επίσης ενδιαφέρον, ότι η εφαρμογή αναπτύχθηκε με απλές προσιτές τεχνολογίες δημιουργίας πρωτοτύπων (2 πλακέτες Makey Makey) και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch που είναι κατάλληλο τόσο για μαθητές όσο και εκπαιδευτικούς. Αυτό το γεγονός έχει τρεις σημαντικές προεκτάσεις: α) η συγκεκριμένη πρόταση μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί από δασκάλους και καθηγητές β) το περιβάλλον μπορεί επίσης εύκολα να επεκταθεί, αλλάξει και να ενημερωθεί σε σχέση με το περιεχόμενο και τον αριθμό των δραστηριοτήτων γ) οι μαθητές μπορούν να το δημιουργήσουν μόνοι τους, μαθαίνοντας έτσι να φτιάχνουν τα εργαλεία με τα οποία μαθαίνουν. Τα στοιχεία αυτά ταιριάζουν ιδιαίτερα με τη κουλτούρα των κατασκευαστών (maker culture) που προωθείται τα τελευταία χρόνια στα σχολεία και αποτελεί προϋπόθεση για τη διάχυση αντίστοιχων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων μέσα στο σχολικό περιβάλλον.

Αναφορές

- Abrahamson, D., & Sánchez-García, R. (2014). Learning is moving in new ways: an ecological dynamics view on learning across the disciplines. In *Embodied cognition in education* symposium.
- Alibali, M W., & Nathan, M J. (2012). Embodiment in mathematics teaching and learning: Evidence from learners' and teachers' gestures. *Journal of the learning sciences*, 21(2), 247-286.
- Anelli, F., Lugli, L., Baroni, G., Borghi, A. M., & Nicoletti, R. (2014). Walking boosts your performance in making additions and subtractions. *Frontiers in psychology*, 5.
- Bakker, S., Antle, A. N., & Van Den Hoven, E. (2012). Embodied metaphors in tangible interaction design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 433-449.
- Gallagher, S., & Lindgren, R. (2015). Enactive metaphors: Learning through full-body engagement. *Educational Psychology Review*, 27(3), 391-404.
- Hassenzahl, M., & Monk, A. (2010). The inference of perceived usability from beauty. *Human-Computer Interaction*, 25(3), 235-260.
- Jackson, S. A., & Marsh, H. W. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The Flow State Scale. *Journal of sport and exercise psychology*, 18(1), 17-35.
- Lakoff, G., & Núñez, R. (2000). Where mathematics come from: How the embodied mind brings mathematics into being. Basic books
- Lemonidis, Ch. (2015). *Mental Computation and Estimation: Implications for mathematics education research, teaching and learning*. Routledge.
- Lindgren, R., & Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by embodiment: Six precepts for research on embodied learning and mixed reality. *Educational Researcher*, 42(8), 445-452.
- MacLellan, E. (2001). Mental calculation: its place in the development of numeracy. *Westminster Studies in Education*, 24, 145-154.
- Manches, A., & Dragomir, M. (2016). The effect of concrete materials on children's subsequent numerical explanations: metaphorical priming. *ICLS 2016 (International Community of the Learning Sciences)*, Singapore.
- Manches, A., & O'Malley, C. (2012). Tangibles for learning: a representational analysis of physical manipulation. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 405-419.
- Nemirovsky, R. (2003). Three conjectures concerning the relationship between body activity and understanding mathematics. In *Proceedings of the PME27-PMENA25 Conference*.
- Payne, B. R., Jackson, J. J., Noh, S. R., & Stine-Morrow, E. A. L. (2011). Activity flow state scale. Retrieved from PsycTESTS.
- Roth, W. M. (2010). Incarnation: Radicalizing the embodiment of mathematics. *For the learning of Mathematics*, 30(2), 8-17.
- Shayan, S., Abrahamson, D., Bakker, A., Duijzer, A. C. G., & Van der Schaaf, M. F. (2015). The emergence of proportional reasoning from embodied interaction with a tablet application: an eyetracking study. In *Proceedings of the 9th international technology, education, and development conference (INTED 2015)* (p. 5732).
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2017). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT press.