

Νέος Παιδαγωγός

online

Το δικτυακό περιοδικό για τον παιδαγωγό του σήμερα.

2020: Εικόνες από ελληνικά σχολεία
Δημοτικό Σχολείο Φουρνάς Ευρυτανίας



Διαδικτυακή έκδοση

<http://neospaidagogos.online>

20ο Τεύχος, Σεπτεμβρίου 2020

I.S.S.N.: 2241-6781

Σελ. 174	02.Θ.Ε. Το «γιατί», το «πώς» και το «διότι» όλων των αποδείξεων ότι $0,999...=1$ και η αντίληψη για το άπειρο και το απειροστό.
Σελ. 187	03.Θ.Ε. An outline of Augmented Reality educational applications
Σελ. 197	03.Θ.Ε. Οι νέες τεχνολογίες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και ο ρόλος του δασκάλου στην εισαγωγή τους.
Σελ. 203	03.Θ.Ε. Αξιοποιώντας ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια για τη διδασκαλία τον ηλεκτρισμού σε μαθητές του δημοτικού
Σελ. 213	04.Θ.Ε. Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για την κατανόηση των αλγοριθμικών δομών
Σελ. 223	07.Θ.Ε. Η χρήση της ψηφιακής αφήγησης στην εκπαίδευση
Σελ. 231	08.Θ.Ε. Απόψεις των Ειδικών παιδαγωγών για την αποτελεσματικότητα και λειτουργία της Παράλληλης Στήριξης σε μαθητές Δημοτικού με Δ.Α.Φ
Σελ. 239	08.Θ.Ε. Social, emotional and behavioral difficulties, and speech, language and communication difficulties in children: A teacher's perspective
Σελ. 248	08.Θ.Ε. Άτυπο αξιολογικό εργαλείο διάγνωσης δυσκολιών μάθησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση
Σελ. 261	08.Θ.Ε. Διαφοροποιημένη διδασκαλία για την εκμάθηση αγγλικής και γαλλικής γλώσσας σε παιδιά του δημοτικού με μαθησιακές δυσκολίες και υποστηρικτικό υλικό
Σελ. 267	08.Θ.Ε. Ενίσχυση του αυτοπροσδιορισμού για τα ΑΜΕΑ μέσω προγραμμάτων παρέμβασης
Σελ. 277	08.Θ.Ε. Ένταξη και Συμπερίληψη στο Ελληνικό Σχολείο
Σελ. 287	08.Θ.Ε. Μελέτη περίπτωσης μαθητή με ΔΕΠ-Υ
Σελ. 294	08.Θ.Ε. Ο ρόλος των οικογενειακών/περιβαλλοντικών παραγόντων στην εμφάνιση των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών
Σελ. 304	08.Θ.Ε. Ο συμβουλευτικός ρόλος του εκπαιδευτικού στη θεραπευτική προσέγγιση των προβλημάτων συμπεριφοράς. Μελέτες Περίπτωσης.
Σελ. 312	08.Θ.Ε. Οι απόψεις των Ειδικών Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη συνεργασία με τους γονείς των μαθητών

Αξιοποιώντας ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε μαθητές του δημοτικού

*Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής fokides@aegean.gr
Σταμουλάκη Αφροδίτη, Εκπαιδευτικός Π.Ε.70, premnt17037@aegean.gr*

Περίληψη

Ο ηλεκτρισμός, ως διδακτικό αντικείμενο, δυσκολεύει ιδιαίτερα τους μαθητές του δημοτικού. Από την άλλη πλευρά, τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια θεωρούνται αποτελεσματικά διδακτικά εργαλεία. Για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με τον ηλεκτρισμό, πραγματοποιήθηκε σειρά εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, που αποσκοπούσε, κυρίως, στην απόκτηση δηλωτικών γνώσεων. Ομάδα στόχος ήταν 59 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού, χωρισμένων σε τρεις ομάδες. Η πρώτη διδάχθηκε χρησιμοποιώντας έντυπο υλικό, η δεύτερη χρησιμοποίησε προσομοιώσεις και η τρίτη ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια. Δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση φύλλων αξιολόγησης και ενός σύντομου ερωτηματολογίου. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι η τρίτη ομάδα ξεπέρασε τους μαθητές των άλλων ομάδων, αναπτύσσοντας μια στέρεη βάση δηλωτικών γνώσεων σχετικά με τον ηλεκτρισμό. Σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν επίσης στη διασκέδαση και στην παροχή κινήτρων για μάθηση.

Λέξεις-Κλειδιά: ηλεκτρισμός, μαθητές δημοτικού, προσομοιώσεις, ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια

Εισαγωγή

Ο ηλεκτρισμός συνιστά ένα δύσκολο διδακτικό αντικείμενο. Το γεγονός ότι είναι ένα άορατο φαινόμενο, καθιστά τη διδασκαλία του ακόμα πιο προβληματική (Zacharia & de Jong, 2014). Πράγματι, δεν υπάρχει σχεδόν ούτε μία έννοια που να σχετίζεται με αυτόν που να μην προκαλεί προβλήματα σε μαθητές και ενήλικες (Reşman & Eryilmaz, 2010). Η τεχνολογία θεωρείται ότι προσφέρει ενδιαφέρουσες και αποτελεσματικές λύσεις πάνω σε αυτό το ζήτημα (Stelzer, Gladding, Mestre, & Brooks, 2009). Παράλληλα, επιθυμητό θα ήταν τα τεχνολογικά εργαλεία να καθιστούν τη μάθηση ελκυστική και συναρπαστική. Η μάθηση βασισμένη στο ψηφιακό εκπαιδευτικό παιχνίδι (ΨΕΠ) φαίνεται ότι πετυχαίνει κάτι τέτοιο (Petri & von Wangenheim, 2017). Αρκετές μελέτες επισημαίνουν θετικές επιπτώσεις των ΨΕΠ στα κίνητρα για μάθηση και ότι συχνά είναι πιο αποτελεσματικά από τις συμβατικές διδακτικές μεθόδους, αλλά και από άλλα ψηφιακά μέσα (ενδεικτικά, Liu & Chen, 2013). Έτσι, γεννήθηκε ο προβληματισμός κατά πόσο τα ΨΕΠ μπορούν να βελτιώσουν τις γνώσεις των μαθητών για τον ηλεκτρισμό. Για να δοθεί απάντηση πάνω σε αυτό το θέμα, διενεργήθηκε σειρά διδακτικών παρεμβάσεων, έχοντας ως ομάδα στόχο μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Το κύριο ερευνητικό ερώτημα αφορούσε το κατά πόσο υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές που χρησιμοποιούν ΨΕΠ συγκριτικά με αυτούς που χρησιμοποιούν συμβατικά αλλά και ψηφιακά μέσα, όπως προσομοιώσεις.

Ο ηλεκτρισμός ως διδακτικό/γνωστικό αντικείμενο

Παρότι τα παιδιά μαθαίνουν από πολύ μικρή ηλικία (κυρίως από το οικογενειακό περιβάλλον) το πώς λειτουργούν οι ηλεκτρικές συσκευές και πώς να τις χρησιμοποιούν σωστά, αυτές οι γνώσεις διαφέρουν από αυτές που διδάσκονται στο σχολείο ή την ορθή επιστημονική γνώση. Ουσιαστικά, αυτό που έχει επισημανθεί είναι ότι έχουν σωρεία λανθασμένων γνώσεων και αντιλήψεων, που επιμένουν ακόμα και στην ενηλικίωση (McDermott, 1991). Μάλιστα, τα προβλήματα που συναντούν οι μαθητές έχουν συστηματοποιηθεί/ομαδοποιηθεί σε συγκεκριμένα μοντέλα, τα σημαντικότερα των οποίων είναι (Chiu & Lin, 2005): (α) μονοπολικό: Τα παιδιά αναγνωρίζουν μόνο τον έναν πόλο στην πηγή και πιστεύουν ότι για τη σύνδεση της πηγής με τον λαμπτήρα αρκεί ένα μόνο καλώδιο, πως το ρεύμα πηγαίνει από τον ένα πόλο της μπαταρίας στη βάση του λαμπτήρα και καταναλώνεται, (β) των αντίθετων-συγκρουόμενων ρευμάτων: Οι μαθητές πιστεύουν ότι το ρεύμα ρέει από τους δύο πόλους της μπαταρίας προς τη λάμπα, (γ) της κατανάλωσης/εξασθένισης ρεύματος: Οι μαθητές πιστεύουν ότι το ηλεκτρικό ρεύμα που κινείται προς μία κατεύθυνση μειώνεται βαθμιαία λόγω κατανάλωσής του από τις συσκευές, (δ) της παλινδρόμησης: Πιστεύουν ότι το ρεύμα διασχίζει πρώτα τη μία πλευρά του κυκλώματος και ακολούθως την άλλη. Η σύνδεση κατά σειρά ή παράλληλα (Shipstone, 1984), οι μονωτές και οι καλοί αγωγοί (Azaiza, Bar, & Galili, 2006), βασικοί νόμοι (όπως του Ohm) (Lee, 2007), είναι επίσης θέματα όπου οι μαθητές δεν κατανοούν επαρκώς. Οι λόγοι που οδηγούν στα παραπάνω προβλήματα είναι ποικίλοι. Κάποιοι υποστηρίζαν πως η δυσκολία τροποποίησης των πρότερων γνώσεων και αναπαραστάσεων, περιορίζει σημαντικά τα αποτελέσματα της διδασκαλίας (Azaiza et al., 2006; Peşman & Eryilmaz, 2010). Άλλοι υποστήριξαν ότι το πρόβλημα έγκειται στα σχολικά εγχειρίδια, σε ελλιπείς γνώσεις των εκπαιδευτικών και στον τρόπο που διδάσκονται οι μαθητές (Maharaj-Sharma, 2011). Άλλοι θεωρούν ότι ο ηλεκτρισμός, επειδή είναι ένα αόρατο φαινόμενο, δυσκολεύει τους μαθητές να αντιληφθούν και να κατανοήσουν τη ροή του ηλεκτρικού φορτίου (Zacharia & de Jong, 2014), ότι απλά και μόνο βλέποντας έναν λαμπτήρα να ανάβει δεν αρκεί (Chapman, 2014). Σε κάθε περίπτωση, οι παραπάνω αδυναμίες αποτελούν μείζον θέμα. Το όλο ζήτημα γίνεται ακόμα πιο σύνθετο αν αναλογιστεί κανείς ότι προβληματική κατανόηση αρχικών εννοιών συνεπάγεται αδυναμία κατανόησης πιο σύνθετων, οδηγώντας σε μια αλληλουχία προβληματικών καταστάσεων.

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια

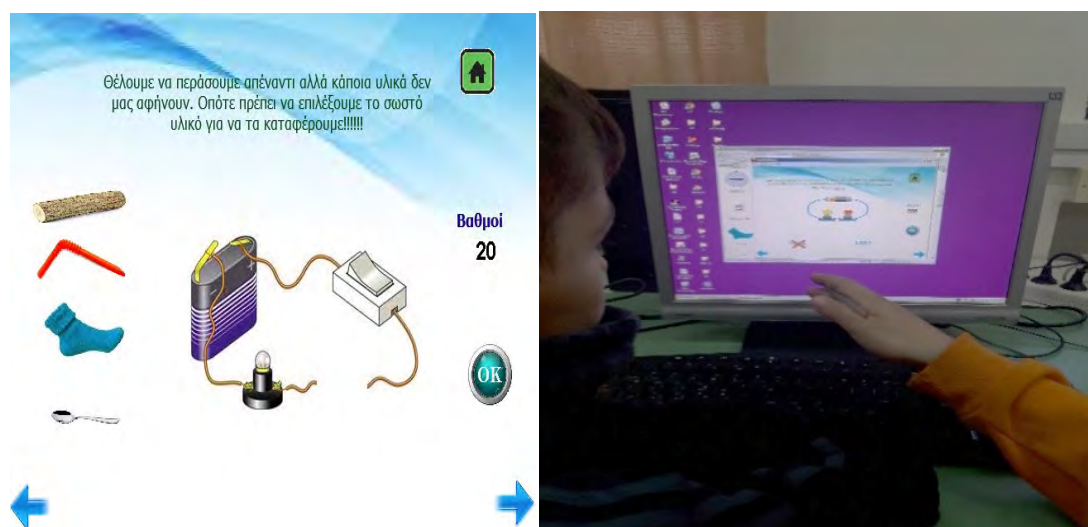
Το ψηφιακό παιχνίδι περιγράφεται ως μία διασκεδαστική κατάσταση, για τη δημιουργία της οποίας χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά μέσα, όπου ακολουθούνται κανόνες και υπάρχουν σενάρια, με σκοπό να καθοδηγήσουν τον παίκτη στην επίτευξη κάποιου σκοπού (Sauvé, Renaud, & Kaufman, 2010). Αυτό που προστίθεται στα ΨΕΠ είναι, όπως άλλωστε προκύπτει από τον όρο, η εκπαιδευτική διάσταση. Πέρα από την αποτελεσματικότητά τους, σε επίπεδο απόκτησης γνώσεων (De Gloria, Bellotti, & Berta, 2014), τα ΨΕΠ προωθούν την ανακαλυπτική μάθηση, εμπλέκουν τους χρήστες σε αυθεντικά έργα και τους ωθούν να επιλύσουν ρεαλιστικά προβλήματα (Gee, 2003).

Θετικές επιπτώσεις υπάρχουν στα κίνητρα για μάθηση (Liu & Chen, 2013), στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην οικοδόμηση της γνώσης (Gee, 2003) και στην ενίσχυση της κριτικής σκέψης (Kirikkaya, Iseri, & Vurkaya, 2010). Η αποτελεσματικότητα των ΨΕΠ φαίνεται να είναι αυξημένη στις μικρές ηλικίες (Prensky, 2001). Πράγματι, τα παιδιά εμπλέκονται περισσότερο σε μία παιγνιώδη μαθησιακή δραστηριότητα σε σύγκριση με κάποια που δεν έχει τέτοια χαρακτηριστικά (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002) και να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στο να μάθουν (Sandberg, Maris, & De Geus, 2011). Η άμεση ανατροφοδότηση που παρέχουν τα ΨΕΠ, είναι άλλο ένα πλεονέκτημά τους. Οι μαθητές μπορούν να δουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους και να προχωρήσουν σε διορθωτικές ενέργειες (Prensky, 2001). Επίσης, τα ΨΕΠ ενθαρρύνουν τους μαθητές να εξερευνήσουν, να πειραματιστούν, και να ανακαλύψουν νέες έννοιες και στρατηγικές (Kirriemuir, 2002). Τέλος, επειδή τα λάθη περιορίζονται στον κόσμο του παιχνιδιού χωρίς κάποια άλλη αρνητική επίδραση, αυτά αντιμετωπίζονται ως πηγή μάθησης (Gee, 2003). Υπάρχει αρκετά πλούσια βιβλιογραφία για τη χρήση των ΨΕΠ στις Φυσικές Επιστήμες. Σε γενικές γραμμές, οι σχετικές μελέτες επιβεβαιώνουν όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, όπως, θετική επίδραση στην απόκτηση γνώσεων και κατανόησης εννοιών (Cheng, She, & Annetta, 2015), αύξηση κινήτρων Kirikkaya et al., 2010), συνεργατικότητας (Chen & Hwang, 2017) και σύνδεση των νέων εννοιών με προϋπάρχουσες γνώσεις (Kao, Chiang, & Sun, 2017). Λαμβάνοντας υπόψη όσα παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες, θεωρήθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η επίδραση των ΨΕΠ στις γνώσεις των μαθητών του δημοτικού σχετικά με τον ηλεκτρισμό. Οι ερευνητικές υποθέσεις που εξετάστηκαν ήταν ότι σε σύγκριση με άλλα μέσα: *(EY1) τα ΨΕΠ επιφέρουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με την απόκτηση δηλωτικών γνώσεων για τον ηλεκτρισμό και (EY2) οι μαθητές θεωρούν τα ΨΕΠ μια πιο ευχάριστη εμπειρία, κινητοποιούνται περισσότερο και συνεργάζονται καλύτερα.*

Μέθοδος

Ομάδα-στόχος ήταν μαθητές της Πέμπτης τάξης εφόσον, σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, σε αυτή την τάξη διδάσκονται τον ηλεκτρισμό. Μετά από επικοινωνία με έναν αριθμό δημόσιων σχολείων στο Αγρίνιο, επιλέχθηκαν τρεις τάξεις με συνολικά 59 μαθητές. Η ύλη του σχολικού βιβλίου μεταγράφηκε σε ένα σύντομο εγχειρίδιο, αναδιαρθρώθηκε, εμπλουτίστηκε και χωρίστηκε σε 4 ενότητες: (α) είδη φορτίων και στατικός ηλεκτρισμός, (β) απλό κύκλωμα, (γ) παράλληλη και σε σειρά σύνδεση και (δ) αγωγοί και μονωτές. Τέλος, έγινε συγγραφή φύλλων εργασιών/δραστηριοτήτων για λόγους που εξηγούνται στη συνέχεια. Δεδομένου ότι οι δραστηριότητες απαιτούσαν σημαντικό χρόνο, διατέθηκε ένα διδακτικό δίωρο για κάθε ενότητα. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες. Η πρώτη διδάχθηκε χρησιμοποιώντας το παραπάνω έντυπο υλικό. Η δεύτερη ομάδα διδάχθηκε χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις εργαστηρίου Φυσικής στον υπολογιστή και, συγκεκριμένα το Physics Education Technology (PhET) (<https://phet.colorado.edu/>). Το PhET είναι μια σουίτα προσομοιώσεων, για τη διδασκαλία Μαθηματικών, Φυσικής και Χημείας. Αναπτύχθηκε στο University of Colorado Boulder, με βασικό σκοπό να βελτιώσει το τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι

μαθητές θέματα που άπτονται των θετικών επιστημών (Wieman, Adams, & Perkins, 2008). Παρότι απευθύνεται κυρίως σε μαθητές γυμνασίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μαθητές του δημοτικού. Η τρίτη ομάδα διδάχθηκε με τη χρήση 4 ΨΕΠ (ένα για κάθε ενότητα) (Εικόνα 1). Αυτά κατασκευάστηκαν από τους ερευνητές, χρησιμοποιώντας το Clickteam Fusion 2.5 (<https://www.clickteam.com/clickteam-fusion-2-5>). Είναι ένα λογισμικό φιλικό στη χρήση του, γιατί η γλώσσα προγραμματισμού είναι απλή στην εκμάθηση ακόμα και από άτομα που δεν έχουν γνώσεις προγραμματισμού. Επιτρέπει τη δημιουργία δισδιάστατων παιχνιδιών, πλούσιων σε γραφικά και αλληλεπιδράσεις. Να σημειωθεί ότι το κάθε ΨΕΠ είχε δύο επίπεδα, για λόγους που εξηγούνται στη συνέχεια.

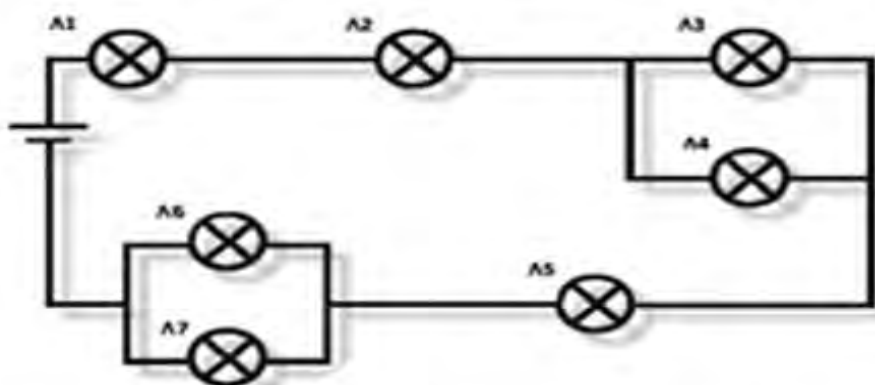


Εικόνα 1. Στιγμιότυπο από το ΨΕΠ και τη διδασκαλία

Αναφορικά με τον τρόπο που πραγματοποιήθηκε η διδασκαλία και στις 3 ομάδες, πρέπει να αναφερθεί ότι οι μαθητές εργάστηκαν σε ζεύγη και αξιοποιήθηκε το μοντέλο 5E του Bybee (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook, & Landes, 2006). Στο στάδιο της Εμπλοκής, οι εκπαιδευτικοί εκκίνησαν έναν πρώτο γύρο συζητήσεων μεταξύ των μαθητών αναφορικά με το υπό εξέταση αντικείμενο. Στο στάδιο της Εξερεύνησης, οι μαθητές μελέτησαν το σχετικό υλικό (είτε χρησιμοποιώντας το έντυπο υλικό, είτε με το PhET, είτε παίζοντας το πρώτο επίπεδο από το κάθε ΨΕΠ). Χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασιών, εκτέλεσαν την πρώτη ομάδα δραστηριοτήτων, καταγράφοντας τις απόψεις τους ή τις εξηγήσεις που έδιναν. Στο στάδιο της Επεξήγησης παρουσίαζαν τα αποτελέσματα του προηγούμενου σταδίου και τα συζητούσαν με την υπόλοιπη τάξη. Στο στάδιο της Επέκτασης οι μαθητές πραγματοποίησαν τη δεύτερη ομάδα δραστηριοτήτων των φύλλων εργασιών. Πρέπει να σημειωθεί ότι, σε αυτή τη φάση, η πρώτη ομάδα εκτέλεσε πειράματα χρησιμοποιώντας απλά υλικά, η δεύτερη εκτέλεσε τα ίδια πειράματα αλλά στο PhET, ενώ η τρίτη ομάδα έπαιξε το δεύτερο επίπεδο των ΨΕΠ (που στην ουσία περιείχε σε παιγνιώδη μορφή τα ίδια πειράματα) Όπως προηγουμένως, οι μαθητές κατέγραψαν τις απόψεις τους στα φύλλα εργασίας και συζητήθηκαν στην τάξη. Τέλος, στο στάδιο της Εκτίμησης οι εκπαιδευτικοί παρουσίασαν προβλήματα ή εφαρμογές που σχετίζονται

με το αντικείμενο της ενότητας και, μετά από ομαδικές συζητήσεις, οι μαθητές παρουσίασαν τις ιδέες τους. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν φύλλα αξιολόγησης (ένα μετά από κάθε παρέμβαση), pre- και delayed post-test (που χορηγήθηκε δύο εβδομάδες μετά το πέρας των μαθημάτων). Όλα είχαν ερωτήσεις κλιμακούμενης δυσκολίας. Μάλιστα, οι περισσότερες ήταν ανοικτού τύπου και απαιτούσαν συνδυασμό γνώσεων και κριτική σκέψη (Εικόνα 2). Επίσης, χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο που εξετάζει τις απόψεις των χρηστών για το εκπαιδευτικό λογισμικό (Fokides, Atsikrasi, Kaimara, & Deliyannis, 2019). Από τους παράγοντες που περιλαμβάνει, επιλέχθηκαν εκείνοι που ενδιέφεραν την παρούσα μελέτη (ευχαρίστηση, διευκόλυνση της μάθησης, κίνητρα και συνεργασία, είκοσι έξι ερωτήσεις), όπως παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

4. Παρατήρησε προσεκτικά το παρακάτω κύκλωμα και απάντησε στις ερωτήσεις:



Τι θα συμβεί στο παραπάνω κύκλωμα αν καί το λαμπάκι Λ5;

Κύκλωσε αυτά που πρέπει:

θα μείνουν αναμμένα: Λ1 Λ2 Λ3 Λ4 Λ6 Λ7

θα σβήσουν: Λ1 Λ2 Λ3 Λ4 Λ6 Λ7

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου; (5 μονάδες)

Εικόνα 2. Ενδεικτική ερώτηση από φύλλο αξιολόγησης

Ανάλυση δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε, 59 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε 3 ομάδες (Ομάδα1 = διδασκαλία με συμβατικά μέσα, Ομάδα2 = διδασκαλία με προσομοιώσεις, Ομάδα3 = διδασκαλία με ΨΕΠ). Στοιχεία για τη μέση βαθμολογία παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Πριν διεξαχθούν αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) για να διαπιστωθούν τυχόν στατιστικά σημαντικά διαφορές, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή της και βρέθηκε ότι δεν υπήρχε παραβίασή τους. Η ανάλυση έδειξε ότι στο pre-test δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές [$F(2, 56) = 1,309, p = 0,278$]. Αντίθετα, σε όλα τα υπόλοιπα

φύλλα αξιολόγησης καθώς και στο delayed post-test, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές [$\Phi A1: F(2, 56) = 22,26, p < 0,001$, $\Phi A2: F(2, 56) = 8,61, p = 0,001$, $\Phi A3: F(2, 56) = 9,83, p < 0,001$, $\Phi A4: F(2, 56) = 42,05, p < 0,001$, delayed post-test: $F(2, 56) = 54,62, p = 0,001$]. Post-hoc συγκρίσεις μεταξύ όλων των πιθανών ζευγών πραγματοποιήθηκαν σε εκείνα τα φύλλα αξιολόγησης όπου εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων (Πίνακας 2). Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι οι μαθητές της Ομάδας3 είχαν καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τις δύο άλλες ομάδες. Επίσης, η Ομάδα2 συγκριτικά με την Ομάδα1 είχε καλύτερα αποτελέσματα σε 2 από τις 5 περιπτώσεις. Ως εκ τούτου η ΕΥ1 επαληθεύεται. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου παρατίθενται στον Πίνακα 3. Από αυτόν προκύπτει ότι σε όλους τους παράγοντες που εξετάστηκαν, η Ομάδα3 είχε σαφώς καλύτερα αποτελέσματα. Συνεπώς, η ΕΥ2 μπορεί να γίνει αποδεκτή.

	Ομάδα μαθητών					
	Ομάδα1 (N = 20)		Ομάδα2 (N = 20)		Ομάδα3 (N = 19)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Pre-test	15,75	4,55	15,60	5,73	18,08	5,68
$\Phi A1$	5,84	3,70	10,88	4,39	16,03	5,99
$\Phi A2$	17,68	4,61	14,63	3,98	22,00	7,44
$\Phi A3$	13,70	5,12	16,28	5,84	21,39	5,52
$\Phi A4$	19,70	7,97	25,78	4,72	38,11	5,96
Delayed post-test	10,95	5,70	12,75	5,11	29,68	7,47

Πίνακας 1. Αποτελέσματα φύλλων αξιολόγησης

Φύλλο αξιολόγησης	Ομάδα	Ομάδα	p	Φύλλο αξιολόγησης	Ομάδα	Ομάδα	p
$\Phi A1$	1	2	0,004	$\Phi A4$	1	2	0,011
		3	0,000			3	0,000
	2	3	0,004		2	3	0,000
$\Phi A2$	1	2	0,078	Delayed post-test	1	2	0,626
		3	0,093			3	0,000
	2	3	0,002		2	3	0,000
$\Phi A3$	1	2	0,308				
		3	0,000				
	2	3	0,014				

Πίνακας 2. Συγκρίσεις μεταξύ ζευγών ομάδων

Παράγοντας	Ομάδα 1		Ομάδα 2		Ομάδα 3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Ευχαρίστηση	3,79	0,76	3,87	0,67	4,37	0,46
Βελτίωση προσλαμβάνουσας γνώσης	3,32	0,63	3,58	0,70	4,29	0,41
Συνεργασία	3,40	0,75	2,95	1,06	4,02	0,58
Κίνητρο	3,42	0,75	3,46	0,75	4,33	0,41

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Συζήτηση

Αναφέρθηκε ότι οι μαθητές συναντούν πολλά προβλήματα στην κατανόηση εννοιών του ηλεκτρισμού (Reşman & Eryilmaz, 2010). Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των ΨΕΠ πάνω σε αυτό το θέμα. Τα αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι όντως οι μαθητές απέκτησαν περισσότερες γνώσεις συγκριτικά με αυτές που αποκτώνται χρησιμοποιώντας έντυπο υλικό ή προσομοιώσεις, επιβεβαιώνοντας και ενισχύοντας τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (ενδεικτικά, Cheng et al., 2015; Kao et al., 2017; Kirikkaya et al., 2010). Αυτό που μένει να αιτιολογηθεί είναι το "γιατί" προέκυψαν αυτά τα αποτελέσματα. Στο ερωτηματολόγιο, στις ομάδες ερωτήσεων που αφορούσαν τη διασκέδαση και τα κίνητρα, οι μαθητές εξέφρασαν ιδιαίτερα θετικές απόψεις και για τα δύο. Το ευχάριστο κλίμα που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης με ηλεκτρονικά παιχνίδια επισημαίνεται από τους Garris et al. (2002). Αντίστοιχα, η θετική επίδραση των ΨΕΠ στα κίνητρα για μάθηση επισημαίνεται από άλλους (Liu & Chen, 2013). Συνεπώς, μπορεί να υποστηριχθεί ότι στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων συνέβαλε μια αλληλουχία γεγονότων: ο διασκεδαστικός χαρακτήρας της διδασκαλίας με τη χρήση ΨΕΠ είχε θετικό αντίκτυπο στα κίνητρα για μάθηση, που, με τη σειρά, τους επηρέασαν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Όλα τα παραπάνω, είναι μία ισχυρή ένδειξη για το πόσο ευπρόσδεκτος είναι από τα παιδιά ένας παιγνιώδης τρόπος διδασκαλίας (Prensky, 2001). Η άμεση ανατροφοδότηση που παρέχουν τα ΨΕΠ, επίσης έπαιξε ρόλο (Prensky, 2001). Παρότι και οι προσομοιώσεις έδιναν ανατροφοδότηση, αποδείχθηκε ότι η αυτή ήταν πιο αποτελεσματική στα ΨΕΠ. Το διδακτικό σχήμα πρέπει να έπαιξε σημαντικό ρόλο. Έγινε προσαρμογή ενός καλά δοκιμασμένου διδακτικού πλαισίου (Bybee et al., 2006), όπου η εστίαση ήταν στη συνεργατική αντιμετώπιση προβλημάτων και στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Με βάση τα δεδομένα του ερωτηματολογίου, διαπιστώνεται ότι η συνεργασία μεταξύ των μαθητών λειτούργησε καλύτερα στα ΨΕΠ, κάτι που έχει τονιστεί από τον Gee (2003). Συνεπώς, δεν είναι άστοχο να υποστηριχθεί ότι τα ΨΕΠ υποστηρίζουν καλύτερα τέτοια διδακτικά σχήματα. Στη γενικότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα ακόμα στοιχείο. Τα παιχνίδια αναπτύχθηκαν από τους ερευνητές και ήταν σε μεγάλο βαθμό "ερασιτεχνικά". Κάποιος, θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι αυτά ήταν ελλιπή ή ότι είχαν αστοχίες στην υλοποίηση των μαθησιακών στόχων. Ως ένα σημείο, κάτι τέτοιο ισχύει. Μάλιστα, δεν είναι απίθανο τα προβλήματα αυτά να είχαν αρνητικό αντίκτυπο στα μαθησιακά αποτελέσματα. Από την άλλη πλευρά όμως, μπορεί να

υποτεθεί πως όταν "ερασιτεχνικά" ΨΕΠ επιτυγχάνουν τέτοια αποτελέσματα, ΨΕΠ ανεπτυγμένα από ειδικούς θα μπορούσαν να είχαν ακόμα καλύτερα. Βέβαια, πρέπει να επισημανθεί ότι τέτοιου είδους ΨΕΠ, δυστυχώς, δεν υπάρχουν και αυτό είναι ένα ευρύτερο θέμα εκτός των ορίων της παρούσας μελέτης.

Συμπεράσματα

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς. Η γενίκευση των αποτελεσμάτων είναι δύσκολη λόγω του σχετικά μικρού δείγματος. Ο αριθμός των παρεμβάσεων ήταν επίσης μικρός, περισσότερες θα επέτρεπαν τη βαθύτερη κατανόηση της επίδρασης των ΨΕΠ. Ποιοτικά εργαλεία συλλογής δεδομένων θα έδιναν μια πιο σφαιρικής εικόνας. Σε κάθε περίπτωση όμως, η μελέτη παρείχε μια αρκετά καλή ιδέα για το αν και κατά πόσο τα ΨΕΠ είναι αποτελεσματικά εργαλεία στη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού. Καταδείχθηκε πως, μέσω της χρήσης τους, αυτοί απέκτησαν δηλωτικές γνώσεις, αλλά, παράλληλα, κινητοποιήθηκαν περισσότερο και θεώρησαν την όλη διαδικασία διασκεδαστική και ευχάριστη. Επιπλέον, προτάθηκε και εξετάστηκε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο για την αξιοποίηση των ΨΕΠ στη διδασκαλία..

Βιβλιογραφία

- Azaiza, I., Bar, V., & Galili, I. (2006). Learning electricity in elementary school. *International Journal of Science and Mathematics Education, 4*(1), 45-71.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS, 5*, 88-98.
- Chapman, S. (2014). Teaching the "Big Ideas" of Electricity at Primary Level. *Primary Science, 135*, 5-8.
- Chen, C. H., & Hwang, G. J. (2017). Effects of the team competition-based ubiquitous gaming approach on students' interactive patterns, collective efficacy and awareness of collaboration and communication. *Journal of Educational Technology & Society, 20*(1), 87-98.
- Cheng, M. T., She, H. C., & Annetta, L. A. (2015). Game immersion experience: its hierarchical structure and impact on game-based science learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(3), 232-253.
- Chiu, M. H., & Lin, J. W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(4), 429-464.
- De Gloria, A., Bellotti, F., & Berta, R. (2014). Serious Games for education and

- training. *International Journal of Serious Games*, 1(1).
- Fokides, E., Atsikpasi, P., Kaimara, P., & Deliyannis, I. (2019). Let players evaluate serious games. Design and validation of the Serious Games Evaluation Scale. *International Computer Games Association Journal*, 2019, 1-22.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33, 441-467.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment*, 1(1), 20-20.
- Kao, G. Y. M., Chiang, C. H., & Sun, C. T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers & Education*, 113, 294-312.
- Kirriemuir, J. (2002). *The relevance of video games and gaming consoles to the higher and further education learning experience*. Techwatch Report.
- Kirikkaya, E. B., Iseri, S., & Vurkaya, G. (2010). A Board Game about Space and Solar System for Primary School Students. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 1-13.
- Lee, S. J. (2007). Exploring pupils' understanding concerning batteries-Theories and practices. *International Journal of Science Education*, 29, 497-516.
- Liu, E. Z. F., & Chen, P. K. (2013). The effect of game-based learning on students' learning performance in science learning—A case of "conveyance go". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1044-1051.
- Maharaj-Sharma, R. (2011). What are students' ideas about the concept of an electric current: A primary school perspective. *Caribbean Curriculum*, 18, 69-85.
- McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned—Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315.
- Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Petri, G., & von Wangenheim, C. G. (2017). How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*, 107, 68-90.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.

- Sandberg, J., Maris, M., & De Geus, K. (2011). Mobile English learning: An evidence-based study with fifth graders. *Computers & Education, 47*, 1334-1347.
- Sauvé, L., Renaud, L., & Kaufman, D. (2010). Games, simulations, and simulation games for learning: definitions and distinctions. In *Educational gameplay and simulation environments: Case studies and lessons learned*, 1-26. IGI Global.
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education, 6*(2), 185-198.
- Stelzer, T., Gladding, G., Mestre, J. P., & Brookes, D. T. (2009). Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. *American Journal of Physics, 77*(2), 184-190.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science, 322*, 682-683.
- Zacharia, Z. C., & De Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives-oriented curriculum. *Cognition and Instruction, 32*(2), 101-158.