

**Η κατανόηση του νόμου του Coulomb με την εφαρμογή ψηφιακού παιχνιδιού
σχεδιασμένου σε Unity 3d**

Understand Coulomb's law with Unity 3d digital game application

Μαρία Λούφη, Εκπαιδευτικός ΠΕ 86, maria.lioufi@gmail.com

Σημέλα Ιορδανίδου, Εκπαιδευτικός ΠΕ 88.01, melinaiord@gmail.com

Maria Loufi, Teacher ΠΕ 86, maria.lioufi@gmail.com

Simela Iordanidou, Teacher ΠΕ 88.01, melinaiord@gmail.com

Abstract: Digital educational games can enhance student participation in the educational process by improving the learning effectiveness of complex processes, such as Coulomb's law in physics. There are many misconceptions in understanding Columbus law. In the present study, learning effectiveness in understanding Columb's law was investigated through the application of a digital simulation game designed in Unity 3d for the physics lesson as well as the metacognitive ability of high school students using the MAI questionnaire. The results were very encouraging, the students through participating in this digital game understood Coulomb's law and the ability to solve exercises was improved.

Keywords : digital game, Coulomb's law, learning effectiveness

Περίληψη: Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να ενισχύσουν την αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία βελτιώνοντας τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα σύνθετων διαδικασιών, όπως ο νόμος του Coulomb στη φυσική. Υπάρχουν πολλές παρανοήσεις στην κατανόηση του νόμου του Columb. Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η μαθησιακή αποτελεσματικότητα στην κατανόηση νόμου του Columb μέσω της εφαρμογής ενός παιχνιδιού ψηφιακής προσομοίωσης που σχεδιάστηκε σε Unity 3d για το μάθημα της φυσικής καθώς και τη μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών γυμνασίου με τη χρήση του ερωτηματολογίου MAI. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά, οι μαθητές μέσω της συμμετοχής στο ψηφιακό αυτό παιχνίδι κατανόησαν το νόμο του Coulomb και βελτιώθηκε η δυνατότητα επίλυσης ασκήσεων.

Λέξεις κλειδιά: ψηφιακό παιχνίδι, νόμος του Coulomb, μαθησιακή αποτελεσματικότητα

Εισαγωγή

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια χρησιμοποιούν τις μοναδικές δυνατότητες των υπολογιστών συμβάλλοντας στην αποτελεσματικότητα της μάθησης, προσελκύοντας το ενδιαφέρον του εκπαιδευομένου συνδυάζοντας παράλληλα την απολαυστικότητα του

παιχνιδιού (Malone, 1980). Το μαθησιακό περιεχόμενο των ψηφιακών παιχνιδιών συνδέεται συχνά με θετικά εκπαιδευτικά αποτελέσματα σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας (Randeletal., 1992). Η ψηφιακή μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι στηρίζεται στην προσπάθεια που εμπλέκει το μαθητή στη διαδικασία της μάθησης ενώ παράλληλα βελτιώνονται δεξιότητες των μαθητών και ενισχύεται η γνώση (Prensky, 2005). Η ταχεία ανάπτυξη των ψηφιακών παιχνιδιών έδωσε τη δυνατότητα της υποστήριξης της μάθησης κάνοντας εφικτή την ένταξη σε σύνθετα μαθησιακά αντικείμενα (Squireetal., 2003). Η εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα ενός ψηφιακού παιχνιδιού εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο το μαθησιακό περιεχόμενο ενσωματώνεται στο φανταστικό πλαίσιο του παιχνιδιού (Habgoodetal., 2005). Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι προσαρμοσμένα σε μια ευρεία ποικιλία μορφών μάθησης (Shery&Pacheco, 2006). Η ψηφιακή μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι (DGBL) μπορεί να οριστεί ως η χρήση ψηφιακών παιχνιδιών για την υποστήριξη της μάθησης μέσα σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον και αποτελεί μια ανταγωνιστική δραστηριότητα στην οποία τίθενται εκπαιδευτικοί στόχοι που αποσκοπούν στην προώθηση της απόκτησης γνώσης. Τα παιχνίδια μπορούν είτε να σχεδιαστούν για να προωθήσουν τη μάθηση ή την ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων, είτε να λάβουν τη μορφή προσομοιώσεων που επιτρέπουν στους μαθητές να εξασκήσουν τις δεξιότητές τους σε ένα εικονικό περιβάλλον (Prensky, 2005; Erhel, &Jamet, 2013).

Αρκετές βιβλιογραφικές μελέτες έχουν διεξαχθεί σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μάθησης με βάση το παιχνίδι σε διάφορους τομείς όπως τα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, την επιστήμη των υπολογιστών, τη βιολογία και την ψυχολογία. Όλα τα στοιχεία σχεδιασμού παιχνιδιών ευθυγραμμίζονται καλά με τις καθιερωμένες θεωρίες μάθησης όπως ο κοινωνικός κονστρουκτιβισμός. Ως εκ τούτου, αυτοί οι τύποι παιχνιδιών μπορούν να προσφέρουν μαθησιακές δραστηριότητες, να προωθήσουν κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, να αυξήσουν τα κίνητρα μάθησης και δώσουν ευκαιρίες για ανάπτυξη δεξιοτήτων για τον 21 αιώνα (Quian&Clark, 2016). ΤοUnity3D αποτελεί μηχανή παιχνιδιών όπου οι συμμετέχοντες με προσομοιωμένα σενάρια μπορούν να βιώσουν δραστηριότητες που είναι ανέφικτες στην πραγματική ζωή, χαρακτηριστικό της πλαισιοθετημένης μάθησης (Shih&Hsu, 2016). Οι εκπαιδευτικοί προτιμούν τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που βασίζονται στον υπολογιστή και προσφέρουν 3D χωρικές αναπαραστάσεις για τη μελέτη διαδικασιών (Mikropoulosetal., 2003). Τα ψηφιακά παιχνίδια τα οποία περιλαμβάνουν ένα περιβάλλον 3D δίνουν τη δυνατότητα στους παίκτες να δρουν στο περιβάλλον αυτό με πολύ ρεαλιστικό τρόπο (Patrick, 2009). Βιβλιογραφική ανασκόπηση των μετα-αναλύσεων της γνωστικής βάσης της μάθησης με βάση το παιχνίδι, της απόκτησης γνώσεων και των επιπτώσεων της στα κίνητρα μάθησης έδειξε ότι η μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι δεν επηρεάζει την ανάλυση της γνώσης αλλά επηρεάζει την εφαρμογή της γνώσης (Conollyetal., 2012; Chenetal., 2014).

2. Ψηφιακά παιχνίδια και Φυσικές Επιστήμες

Τα σύγχρονα μαθησιακά περιβάλλοντα εμφανίζουν μεγάλη συχνότητα χρήσης ψηφιακών εργαλείων βασισμένων σε εικονικές τεχνολογίες. Στο πεδίο των φυσικών επιστημών οι

προσομοιώσεις έχουν αποδειχτεί χρήσιμες στην κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες, ειδικότερα πολύπλοκων ή εννοιών που δημιουργούν παρανοήσεις (Kumar, &Chin, 2011).

Οι προσομοιώσεις στα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να παρέχουν μια εναλλακτική μέθοδο διδασκαλίας για τα πειραματικά φαινόμενα που δεν είναι παρατηρήσιμα ή για μετρήσεις που είναι αδύνατον να γίνουν. Ακόμη, έχει βρεθεί πως οι προσομοιώσεις είναι αποτελεσματικές στην κινητοποίηση των μαθητών να μάθουν και στην ενθάρρυνσή τους για έρευνα. Οι εφαρμογές προσομοίωσης επιτρέπουν βιωματική μάθηση και ενισχύουν τον κοινωνικό εποικοδομιστικό μέσω των ασφαλών πειραμάτων σε έναν αυθεντικό εικονικό κόσμο οικοδομώντας νέα γνώση (Dalgarno&Lee, 2010).

Έτσι οι εικονικοί κόσμοι μπορεί να αποδειχτούν ως δυναμικοί χώροι μάθησης χρησιμοποιώντας τις νέες τεχνολογίες και να εστιάσουν στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων σε περιβάλλον πρακτικής (Shafferetal. 2005).

Οι προσομοιώσεις προσφέρουν αλληλεπίδραση με τον χρήστη και ποικίλο οπτικοακουστικό υλικό, χαρακτηριστικά που ενισχύουν τις ευκαιρίες σκέψης, επίλυσης προβλήματος και λήψης απόφασης. Οι μαθητές μπορούν ενεργά να εντοπίσουν μεταβλητές, να ορίσουν υποθέσεις, να βρουν μεθόδους μέτρησης, διαδικασίες ή τεχνικές ανάλυσης δεδομένων.

Έρευνες στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών έχουν δείξει πως οι μαθητές που εμπλέκονται σε προσομοιώσεις αναπτύσσουν γενικευμένες στρατηγικές ανάλυσης προβλήματος. Οι προσομοιώσεις Φυσικών επιστημών που βασίζονται στην επίλυση προβλήματος συντελούν στην καλύτερη επίδοση των μαθητών (Geban, etal.,1992), στην καλλιέργεια δεξιοτήτων κριτικής σκέψης (ικανότητες παρατήρησης, μέτρησης , ταξινόμησης, πειραματισμού) (Smetana, &Bell, 2012), στην καλύτερη αντίληψη ευρύτερων εννοιών των Φυσικών επιστημών και στην αύξηση του ενδιαφέροντος (Reiner, 1998 ; Hargunani, 2010).

3. Μεταγνωστική Ικανότητα στην επίλυση προβλήματος

Η ανάπτυξη και προώθηση της μεταγνωστικής ικανότητας αποτελεί κλειδί στην ανάπτυξη των ικανοτήτων που σχετίζονται με την μάθηση (Thomas,2006).

Έρευνες έχουν αναφέρει ότι οι μαθητές που εμπλέκονται σε ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης τείνουν να έχουν μεγαλύτερο εσωτερικό κίνητρο και να εμπλέκονται πιο ενεργά σε διαδικασίες μεταγνώσης (Azevedo, 2005; Ke, 2008 ; Pillay 2002) και έχει αποδειχθεί η ύπαρξη θετικής σχέσης στην μεταγνωστική ικανότητα και την ικανότητα επίλυσης προβλήματος (Swanson, 1990). Η μεταγνωστική ικανότητα στις Φυσικές επιστήμες είναι πολύ σημαντική για τους μαθητές, οι οποίοι δυσκολεύονται να οικοδομήσουν αφηρημένες έννοιες σχετικά με τα φαινόμενα της Φυσικής και την μοντελοποίησή τους. Ο ορισμός, η καλλιέργεια και η αντικειμενική μέτρηση της μεταγνωστικής ικανότητας είναι θέματα που έχουν απασχολήσει την έρευνα στις Φυσικές Επιστήμες (White, 1988).

4. Αξιολόγηση μεταγνωστικής ικανότητας - MAI

Ένα διαδεδομένο εργαλείο αξιολόγησης μεταγνώσης είναι το ερωτηματολόγιο Metacognitive Awareness Inventory (MAI) (Schraw&Dennison, 1994), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της μεταγνώσης και της αυτορρύθμισης. Το MAI αποτελείται από 52 ερωτήσεις που χωρίζονται σε 8 κατηγορίες, τη δηλωτική, διαδικαστική και υποθετική γνώση, το σχεδιασμό, τις στρατηγικές διαχείρισης πληροφοριών, την παρακολούθηση, τις στρατηγικές εντοπισμού σφαλμάτων και την αξιολόγηση της μάθησης. Μερικές χαρακτηριστικές ερωτήσεις είναι: «Ξέρω τι είδους πληροφορίες είναι πιο σημαντικό να μάθω.», «Πόσο δύσκολο σου φάνηκε», «Πόσο σωστά το κατανόησες», «Δημιουργώ δικά μου παραδείγματα για να κάνω τις πληροφορίες πιο ουσιαστικές» «Αναρωτιέμαι αν αυτό που διαβάζω είναι σχετικό με αυτό που ήδη γνωρίζω.», «Προσπαθώ να χωρίσω το αντικείμενο που μελετώ σε μικρότερα τμήματα.», κ.α. Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις με ένδειξη βαθμών συμφωνίας στην κάθε ερώτηση χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα Likert. Η διαβάθμιση της κλίμακας Likert περιλάμβανε τα εξής : 1= Δεν ισχύει καθόλου για μένα , 2= Ισχύει λίγο για μένα, 3= Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα, 4= Ισχύει αρκετά για μένα, 5= Ισχύει απόλυτα για μένα.

5. Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η μαθησιακή αποτελεσματικότητα του ψηφιακού παιχνιδιού προσομοίωσης σχεδιασμένου σε Unity 3d το οποίο αφορούσε την ενότητα Νόμος του Coulomb- Ηλεκτρικό Πεδίο του μαθήματος της Φυσικής. Την ομάδα στόχο αποτέλεσαν 40 μαθητές Γ΄ Γυμνασίου του Γυμνασίου της Θέρμης.

6. Μεθοδολογία

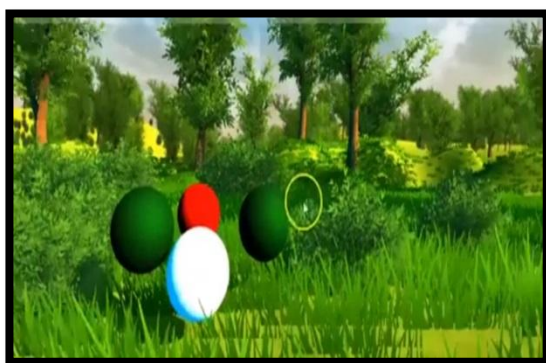
Η διερεύνηση περιλάμβανε ποσοτική έρευνα για τη συλλογή και ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προέκυπταν από τη συμμετοχή των μαθητών Γ΄ τάξης του Γυμνασίου Θέρμης. Η ποσοτική έρευνα επιτρέπει την αντικειμενική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και μέσα από τη συλλογή μεγάλου όγκου ποσοτικών δεδομένων είναι σε θέση εύκολα να τα συνοψίσει και να τα αναλύσει (Bickman&Rog, 2009). Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερευνών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία αποτελεσμάτων που αφορούν τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα των ψηφιακών παιχνιδιών ήταν ποσοτικές και έχουν δείξει τα θετικά αποτελέσματα της χρήσης τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Hamari et al., 2014). Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του διαθέσιμου δείγματος, δηλαδή μαθητών που είναι διαθέσιμα και δέχονται να συμμετέχουν στην έρευνα. Κατά τη διαδικασία αυτής της δειγματοληψίας τα άτομα επιλέγονται από τον πληθυσμό στόχο βάσει της ευκολίας διαθεσιμότητας τους με αποτέλεσμα να καθιστούν ιδιαίτερα εύκολη την εφαρμογή της (Daniel, 2012).

Το δείγμα χωρίστηκε τυχαία σε δυο ομάδες την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου .

Η ομάδα ελέγχου αντίστοιχα διδάχθηκε την ενότητα «Νόμος του Coulomb – Ηλεκτρικό πεδίο» με την παραδοσιακή διδασκαλία και μετά το πέρας της διδασκαλίας Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας δόθηκε στους μαθητές το ερωτηματολόγιο ΜΑΙ.

Η πειραματική ομάδα διδάχθηκε την ενότητα «Νόμος του Coulomb – Ηλεκτρικό πεδίο» με την εφαρμογή του ψηφιακού παιχνιδιού προσομοίωσης. Στη συνέχεια, δόθηκε στους μαθητές το ερωτηματολόγιο ΜΑΙ.

Οι μαθητές ξεκινούσαν το παιχνίδι προσομοίωσης ανακαλύπτοντας τις δυνάμεις που συνδέουν τα πρωτόνια με τα ηλεκτρόνια (Σχήμα 1)



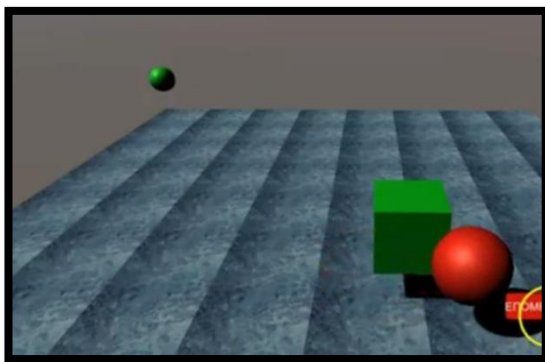
Σχήμα 1 : Έλξη μεταξύ πρωτονίου και ηλεκτρονίου

Στη συνέχεια ανακάλυπταν τις δυνάμεις απόθησης μεταξύ πρωτονίων και ηλεκτρονίων (Σχήμα 2)

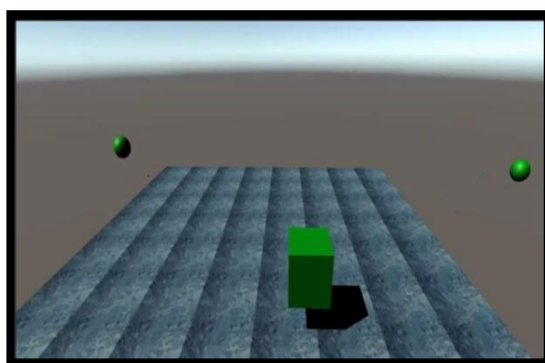


Σχήμα 2 : Απόθηση μεταξύ πρωτονίου και ηλεκτρονίου

Ακολουθούσε η μελέτη της προσομοίωσης της ελκτικής δύναμης (Σχήματα 3,4).



Σχήμα 3 : Προσομοίωση ελκτικής δύναμης πρώτη φάση



Σχήμα 4 : Προσομοίωση ελκτικής δύναμης δεύτερη φάση

Στους Πίνακες που ακολουθούν αποδίδονται τα αποτελέσματα της συμμετοχής της ομάδας ελέγχου στο ερωτηματολόγιο MAI.

Ειδικότερα, στον Πίνακα 1 αποδίδονται τα αποτελέσματα της πρώτης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι ήξερε τι είδους πληροφορίες ήταν σημαντικές να μάθει. Ακολουθούσαν αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων που θεωρούσε ότι γνώριζαν λίγο, έτσι και έτσι και καθόλου τις πληροφορίες που ήταν σημαντικές να μάθουν.

Πίνακας 1. Ερώτηση : Ξέρω τι είδους πληροφορίες είναι πιο σημαντικό να μάθω

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	5	12.5
Ισχύει λίγο για μένα	7	17.5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	7	17.5
Ισχύει αρκετά για μένα	12	30.0
Ισχύει απόλυτα για μένα	9	22.5
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 2 αποδίδονται τα αποτελέσματα της δεύτερης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι ήταν δύσκολο. Ακολουθούσαν αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων που θεωρούσε ότι δεν ήταν δύσκολο.

Πίνακας 2. Ερώτηση : Πόσο δύσκολο σου φάνηκε

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	2	5
Ισχύει λίγο για μένα	3	7.5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	3	7.5
Ισχύει αρκετά για μένα	15	37.5
Ισχύει απόλυτα για μένα	17	42.5
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 3 αποδίδονται τα αποτελέσματα της τρίτης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι δεν το κατανόησε σωστά, ενώ τα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων εκτιμούσε ότι το κατανόησε σωστά.

Πίνακας 3. Ερώτηση : Πόσο σωστά το κατανόησες

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	2	5
Ισχύει λίγο για μένα	2	5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	3	7.5
Ισχύει αρκετά για μένα	20	50
Ισχύει απόλυτα για μένα	13	32.5
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 4 αποδίδονται τα αποτελέσματα της τρίτης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι δεν ήταν σε θέση να επιλύσει ασκήσεις, ενώ τα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων εκτιμούσε ότι ήταν σε θέση να επιλύσει ασκήσεις..

Πίνακας 4. Ερώτηση : Είμαι σε θέση να επιλύω ασκήσεις

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	2	5
Ισχύει λίγο για μένα	3	7.5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	3	7.5
Ισχύει αρκετά για μένα	17	42.5
Ισχύει απόλυτα για μένα	15	37.5
Σύνολο	40	100.0

Στους Πίνακες που ακολουθούν αποδίδονται τα αποτελέσματα συμμετοχής της πειραματικής ομάδας στο ερωτηματολόγιο MAI.

Ειδικότερα, στον Πίνακα 5 αποδίδονται τα αποτελέσματα της πρώτης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι ήξερε τι είδους πληροφορίες ήταν σημαντικές να μάθει. Ακολουθούσαν αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων που

θεωρούσε ότι γνώριζαν λίγο, έτσι και έτσι και καθόλου τις πληροφορίες που ήταν σημαντικές να μάθουν.

Πίνακας 5. Ερώτηση : Ξέρω τι είδους πληροφορίες είναι πιο σημαντικό να μάθω

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	5	12.5
Ισχύει λίγο για μένα	7	17.5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	8	20
Ισχύει αρκετά για μένα	12	30
Ισχύει απόλυτα για μένα	8	20
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 6 αποδίδονται τα αποτελέσματα της δεύτερης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι ήταν δύσκολο. Ακολουθούσαν αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων που θεωρούσε ότι δεν ήταν δύσκολο.

Πίνακας 6. Ερώτηση : Πόσο δύσκολο σου φάνηκε

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	4	10
Ισχύει λίγο για μένα	4	10
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	3	7.5
Ισχύει αρκετά για μένα	15	37.5
Ισχύει απόλυτα για μένα	14	35
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 7 αποδίδονται τα αποτελέσματα της τρίτης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι το κατανόησε σωστά, ενώ τα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων εκτιμούσε ότι δεν το κατανόησε σωστά.

Πίνακας 7. Ερώτηση : Πόσο σωστά το κατανόησες

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	2	5
Ισχύει λίγο για μένα	2	5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	4	10
Ισχύει αρκετά για μένα	17	42.5
Ισχύει απόλυτα για μένα	15	37.5
Σύνολο	40	100.0

Στον Πίνακα 8 αποδίδονται τα αποτελέσματα της δεύτερης ερώτησης, όπου τα μεγαλύτερα ποσοστά των συμμετεχόντων θεωρούσε ότι δεν ήταν δύσκολο. Ακολουθούσαν αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά των συμμετεχόντων που θεωρούσε ότι ήταν δύσκολο.

Πίνακας 8. Ερώτηση : Πόσο δύσκολο σου φάνηκε

	Απόλυτη Συχνότητα	% Ποσοστό
Δεν ισχύει καθόλου για μένα	2	5
Ισχύει λίγο για μένα	2	5
Ισχύει έτσι κι έτσι για μένα	2	5
Ισχύει αρκετά για μένα	15	37.5
Ισχύει απόλυτα για μένα	19	47.5
Σύνολο	40	100.0

7. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη, διερευνήθηκε η μαθησιακή αποτελεσματικότητα της κατανόησης του νόμου του Coulomb μέσω της εφαρμογής ενός παιχνιδιού ψηφιακής προσομοίωσης που σχεδιάστηκε σε Unity 3d για το μάθημα αντίστοιχο της φυσικής καθώς και η μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών γυμνασίου με τη χρήση του ερωτηματολογίου MAI.

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να ενισχύσουν τη μάθηση καθώς έχουν τη δυνατότητα να προσελκύσουν ευκολότερα τους μαθητές (McLarenetal., 2017). Μέσα από τη συμμετοχή τους στο ψηφιακό παιχνίδι οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να κατανοήσουν δυσνόητους όρους ενώ παράλληλα αυξάνεται η εμπλοκή και τα μαθησιακά κίνητρα (Culpetal., 2015).

Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν την ουσιαστική συμβολή του ψηφιακού παιχνιδιού που σχεδιάστηκε σε Unity 3d στην κατανόηση του νόμου του Coulomb από τους μαθητές που είχαν εμπλοκή στο ψηφιακό αυτό παιχνίδι. Αντίθετα οι μαθητές που συμμετείχαν στην παραδοσιακή διδασκαλία δεν κατανόησαν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους το νόμο αυτό. Το ερωτηματολόγιο MAI συνέβαλλε σημαντικά στη μελέτη της μαθησιακής αποτελεσματικότητας του ψηφιακού παιχνιδιού ενισχύοντας την εφαρμογή των ψηφιακών παιχνιδιών σε δυσνόητες μαθησιακές ενότητες όπως ο νόμος του Coulomb.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Bickman, L. & Rog, D. (2009). *The Sage Handvook of Applied Social Research Methods*. 2nd Edition. CA, Sage publications.
- Geban, O., Askar, P., & Ozkan, I. (1992). Effects of computer simulations and problem solving approaches on high schol students. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32. Daniel, J. (2012). *Sampling Essentials: Practical Guidelines for Making Sampling Choices*, CA, (pp 83-84) Sage publications.
- Chen, C.-H., Wang, K.-C., & Lin, Y.-H. (2015). The Comparison of Solitary and Collaborative Modes of Game-based Learning on Students' Science Learning and Motivation. *Educational Technology & Society*, 18 (2), 237–248.
- Conolly, T.M., Boyle, E, A., McArthur, E., Hainey, T., Boyle, J. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59, 661–686.
- Culp, K.M., Martin, W., Silander, M. (2015). Extending the Impact of Digital Games by Supporting Analogical Reasoning. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer – Human Interaction in Play*, 487-492.
- Erhel, S. & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156 – 167.
- Habgood, M. P., Ainsworth, S.E., Benford, S. (2003). Endogenous fantasy and learning in digital games. *Simulation & Gaming*, 36(4), 483-498.

- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 2014 47th Hawaii International Conference on System Science
- Hargunani, S.P. (2010). Teaching of Faraday's and Lenz's theory of electromagnetic induction using java based Faraday's lab simulations. *Lat. American Journal of Physics Education*, 4(3), 520-522.
- Kumar, L., & Chin, Y. K. (2011). Impact of Simulations on the Mental Models of Students in the Online Learning of Science Concepts. *i-Manager's Journal on School Educational Technology*, 7(2), 1.
- Malone, T.W. (1980). What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. Association for Computing Machinery Symposium on Small and Personal Computer Systems, Palo Alto, California.
- McLaren, B. M., Adams, D. M., Mayer, R. E., & Forlizzi, J. (2017). A computer-based game that promotes mathematics learning more than a conventional approach. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 7(1), 36-56.
- Mikropoulos, T., Katsikis, A., Nikolou, E. and Tsakalis, P. (2003). Virtual environments in biology teaching. *Journal of Biological Education*, 37(4), 176-181.
- Prensky, M. (2005). Computer games and learning: digital game-based learning, in Joost, R. and Goldstein, J. (Eds.): *Handbook of Computer Game Studies*, pp.97–122, The MIT Press, Cambridge, London.
- Qian, M & Clark, K. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50 – 58.
- Randel, J.M., Morris, B.A., Wetzel, C.D., Whitehill, B.V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A Review of Recent Research. *Simulation and Gaming*, 23(3), 261-276.
- Reiner, M. (1998). Through experiments and collaborative learning in physics. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1043-1058.
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi delta kappan*, 87(2), 105-111.
- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of educational psychology*, 82(2), 306.
- Sherry, J., Pacheco, A. (2006). Matching computer game genres to educational outcomes. *The Electronic Journal of Communication*, 16 (1&2).
- Shih, J. L., Hsu, Y. (2016). Advancing Adventure Education Using Digital Motion-Sensing Games. *Educational Technology & Society*, 19 (4), 178–189.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.

White, R. T. (1988). Metacognition. In J. P. Keeves (Ed.), Educational research. Methodology and measurement (pp. 70–75). Sydney: Pergamon Press.