ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Τόμ. 15, Αρ. 2 (2019)

«Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση: Ανάπτυξη και χρήση εφαρμογής για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου»--The use of augmented reality in education: development and use of application for the course "Physics - Explore and discover" in the 5th class of the primary school

Παναγιώτης Τσιαβός, Αλιβίζος Σοφός

doi: 10.12681/jode.20950

Βιβλιογραφική αναφορά:

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 27/01/2026 11:29:29

«Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση: Ανάπτυξη και χρήση εφαρμογής για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου»

The use of augmented reality in education: development and use of application for the course "Physics - Explore and discover" in the 5th class of the primary school

Panagiotis Tsiavos
M.Ed., Εκπαιδευτικός ΠΕ86
tsiavospan29@gmail.com

Alivisos Sofos
Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Lsofos@aegean.gr

Summary
Initially, this research paper attempts a brief bibliographic review of the concept of augmented reality, which in combination with the use of smartphones and tablets can be much easier to apply to school reality, allowing students to gain multiple interactive experiences, always for the benefit of the educational and learning process, as well as its applications and their corresponding effects on the field of education, since the increase of the real environment with the digital information are considered to offer additional capabilities in teaching and learning.
Utilizing the results of other literature reviews of this type of research to achieve a more centralized presentation and cross-section of individual results, we have a more complete picture of AR's use in education, its areas of application, its impact on learning and potential its limitations.
Subsequently, it is designed, developed and implemented in the 5th class of Primary School, an original Augmented Reality (AR) educational textbook application in the "Physics" section of the "Physics - Explore and discover" course to explore the effect of Physics AR textbooks on learning outcomes and on students' interest and attitudes about the subject.
Therefore, in this area, where traditional teaching often involves difficulties in understanding the concepts, misunderstandings and inability to construct mental representations, because of the ambiguity of the concepts and their distancing from the perceived reality, the use of AR applications seems to be more than necessary, but necessary. Interactive simulations and visualizations prove to be extremely important in this area, and the fact that they are connected to the real world contributes to a better understanding of knowledge. Next was the design and development of AR micro-applications aiming at enhancing the textbook, utilizing the Unity engine (https://unity3d.com) and the Vuforia library (https: // developer.vuforia.com), which allow them to be implemented quickly and easily, since Unity's overarching philosophy is that in order to develop games or other applications, a fully integrated graphical interface should be used and the use of programming minimized.
Taking into account the above facts, it was decided to carry out the present research, given the difficulties faced by students in the field of science in understanding the concepts. The following research questions arose:

1st RQ: Does using a Physics AR textbook have better learning outcomes compared to conventional / classical teaching?
2nd RQ: Does the use of AR textbooks have an impact on the interest of students and their overall positive attitude towards the subject, compared to traditional textbooks?
The method used for conducting the research was field research, which is considered suitable for exploring or applying innovative practices at the school or classroom level, so that they can then be disseminated to the wider educational community in case of positive results and observation. Specifically, it included educational intervention in two groups of students in a public Primary school of the city of Rhodes, which has two 5th classes, one of which was the experimental group and the other the control group. The intervention was implemented in the period from 20 to 28 September 2018, with a total of 44 students (22 per department or group).
(Initially) Also, a short pre-test was implemented to check students' prior knowledge and to establish the same conditions regarding the level of students in both groups.
The only point of difference between the teachings is that the students in the experimental group had additional information when using the student's book, since in addition to the written text contained therein, they had the opportunity to watch the corresponding videos or see additional pictures of each individual passage in the book. Throughout the above learning process both groups received the same information and used the same educational material. As far as the assessment is concerned, this was done in both groups in the same way, with the electronic Assessment Test, so that the only reason for their possible differentiation is their use of the AR textbook.
Furthermore, through the literature review and then from the teaching process, observation of behaviors, utilization, analysis and comparison of the results from the research process, we attempted to draw conclusions and answers to the research questions that were initially asked.
From the results of this application show a positive impact on learning outcomes and reinforce students' interest and positive attitude towards the Physics lesson, a desire derived towards the extension this type of application to other knowledge objects.
In conclusion, from the data analysis, it was found that students who were taught using the AR book had better learning outcomes and final performance than those who were taught the same module in the conventional / classical way. These results are in agreement with the results of related research, which have been mentioned in the theoretical part.

Keywords
augmented reality (AR), AR application at physics book

Περίληψη
Με την παρούσα ερευνητική εργασία, αρχικά, επιχειρείται μία σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση της έννοιας της επαυξημένης πραγματικότητας, των εφαρμογών αυτής και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων στο χώρο της εκπαίδευσης, αφού η επαύξηση του πραγματικού περιβάλλοντος με την ψηφιακή πληροφορία θεωρείται ότι προσφέρει επιπλέον δυνατότητες στη διδασκαλία και τη μάθηση. Στη συνέχεια σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και εφαρμόζεται στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου, μία πρωτότυπη εκπαιδευτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) σε σχολικό βιβλίο, στην ενότητα «Υλικά Σώματα», του γνωστικού αντικειμένου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση των σχολικών βιβλίων Φυσικής AR, αφενός, στα μαθησιακά αποτελέσματα και αφετέρου,

στο ενδιαφέρον και τη στάση των μαθητών/-ριών για το συγκεκριμένο μάθημα. Τα αποτελέσματα αυτής της εφαρμογής καταδεικνύουν θετική επίδραση όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα και ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της θετικής στάσης των μαθητών/-ριών, αρχικά, για το μάθημα της Φυσικής και επιπλέον, έκφραση επιθυμίας για επέκταση αυτού του είδους εφαρμογών και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα.

Λέξεις-κλειδιά
επαυξημένη πραγματικότητα (AR), εφαρμογή AR σε σχολικό βιβλίο Φυσικής

1. Εισαγωγή

Στη σημερινή πραγματικότητα, των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και επιτευγμάτων, η εκπαίδευση δε δύναται να παραμένει ανεπηρέαστη από αυτές τις αλλαγές, γι' αυτό και επιχειρεί την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, προς όφελος των μαθητών/-ριών, προκειμένου, με την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίησή τους, να επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερα η μάθηση. Επιπλέον, η ψηφιακή τεχνολογία δίνει την ευκαιρία, αξιοποιώντας τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) και τις ταμπλέτες (tablets), δηλαδή συσκευές που έχουν ραγδαία εξάπλωση και εύκολα χρησιμοποιούνται από το σύνολο των μαθητών/-ριών, να γίνεται πράξη η «εδώ και τώρα κινητή μάθηση» (Martin & Ertzberger, 2013), επιφέροντας σημαντικές αλλαγές στη μαθησιακή διαδικασία.

Κοινό σημείο σε θεωρίες μάθησης, όπως αυτές των Piaget, Vygotsky, της γνωστικής προσέγγισης της επεξεργασίας των πληροφοριών κ.ά. αναφέρεται η ανάγκη εφαρμογής διδακτικών μεθόδων, οι οποίες να στηρίζονται στην πρακτική εξάσκηση και σε εμπράγματες εμπειρίες. Ωστόσο, η πρακτική εξάσκηση, συχνά, έρχεται αντιμέτωπη με ανυπέρβλητα εμπόδια, όπως είναι η έλλειψη χρόνου, χώρου, η υπερβολή απόστασης, κόστους κτλ. τα οποία, εν τέλει, δεν επιτρέπουν την απόκτηση τέτοιου είδους εμπειριών από τα εκπαιδευόμενα άτομα. Μία λύση, στα παραπάνω προβλήματα, αποτελεί η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, με τη χρήση προγραμμάτων προσομοίωσης, τα οποία λόγω των τρισδιάστατων γραφικών τους δίνουν στο εκπαιδευόμενο άτομο την αίσθηση φυσικής παρουσίας στο εκάστοτε περιβάλλον που παρουσιάζουν.

Στην παρούσα εργασία θα μελετηθεί μία από αυτές τις μορφές προγραμμάτων, αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία σε συνδυασμό με τη χρήση κινητών συσκευών (smartphones & tablets), μπορεί πολύ πιο εύκολα, να εφαρμοστεί στη σχολική πραγματικότητα και να επιτρέψει την απόκτηση πολλαπλών εμπειριών από τους/τις μαθητές/-ήτριες, τις οποίες, ίσως, να μην ήταν εφικτό να ζήσουν στην πραγματική ζωή τους, πάντα, προς όφελος της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας.

Αναλυτικότερα, θα ερευνηθεί βιβλιογραφικά κατά πόσον είναι εφαρμόσιμη στη σχολική πραγματικότητα, θα αναζητηθούν στοιχεία για επιστημονικές εκπαιδευτικές προτάσεις, καθώς και τα πρώτα αποτελέσματα κατά την ερευνητική εφαρμογή τους και στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, από τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και χρήση μιας εφαρμογής AR σε σχολικό βιβλίο, για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω».

2. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality), μια από τις αναδυόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες με σημαντικά παιδαγωγικά οφέλη (Johnson et al., 2010),

εισήχθη, ως όρος, το 1992 από τον Τομ Κάουντελ, ωστόσο, η πρώτη αναφορά σε συστήματα AR σημειώνεται το 1968, όταν αναπτύχθηκε από τον Sutherland η πρώτη εφαρμογή, η οποία αφορούσε στη δημιουργία ενός συστήματος τρισδιάστατης εικονικής απεικόνισης αντικειμένου σε πραγματικό περιβάλλον. Αποτελεί μια διαδραστική εμπειρία, σε πραγματικό χρόνο, η οποία αναφέρεται στην άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος ή μιας κατάστασης, των οποίων όμως τα στοιχεία ενισχύονται από τις αντιληπτές πληροφορίες/στοιχεία που παράγονται από έναν υπολογιστή, με πολλαπλές αισθητηριακές μεθόδους, όπως οπτικές, ακουστικές, απτικές, σωματοαισθητικές και οσφρητικές. Με αυτόν τον τρόπο, τα ψηφιακά αντικείμενα δίνουν την εντύπωση ότι συνυπάρχουν με αυτά του πραγματικού κόσμου (Azuma et al., 2011), ωστόσο, ο πραγματικός κόσμος, όχι μόνο δεν υποβαθμίζεται αλλά, αντιθέτως, ενισχύεται και επαυξάνεται.

Μια εφαρμογή AR, δεν περιορίζεται στην προσθήκη εικονικών αντικειμένων ή πληροφοριών σε ένα πραγματικό περιβάλλον, με σκοπό την οπτική επαύξηση, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει και απόκρυψη αντικειμένων του πραγματικού περιβάλλοντος, με την επικάλυψη αυτών, από ένα εικονικό αντικείμενο. Η αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων ορίζεται από ορισμένους ερευνητές και ως μειωμένη πραγματικότητα (diminished reality), ωστόσο, στην ουσία αποτελεί υποσύνολο της AR.

Επομένως, η επικαλυπτόμενη αισθητηριακή πληροφορία μπορεί να είναι εποικοδομητική και να λειτουργεί προσθετικά στο φυσικό περιβάλλον ή να είναι καταστρεπτική, με πλήρη κάλυψη του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, η AR μεταβάλλει τη συνεχή αντίληψη ενός ατόμου για ένα περιβάλλον του πραγματικού κόσμου, σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, η οποία αντικαθιστά εντελώς το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη με ένα προσομοιωμένο περιβάλλον, γεγονός που μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε σύγχυση με τον πραγματικό κόσμο.

Κυρίαρχη αξία της AR είναι το γεγονός ότι φέρνει στοιχεία του ψηφιακού κόσμου στην αντίληψη του ατόμου για τον πραγματικό κόσμο, όχι μόνο ως απλή απεικόνιση δεδομένων, αλλά με την ενσωμάτωση των αισθήσεων, που θεωρούνται φυσικά μέρη ενός περιβάλλοντος, αφού τοποθετείται σε τρεις διαστάσεις και δίνει τη δυνατότητα της διάδρασης σε πραγματικό χρόνο.

Στη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση της AR στο ευρύτερο κοινό συνέβαλε η ευρεία χρήση φορητών συσκευών (smartphones & tablets), αφού με αυτές τις συσκευές εκτελούνται αρκετά εύκολα εργασίες όπως, παρακολούθηση της θέσης και του μεγέθους αντικειμένων μέσα από τη ροή βίντεο πραγματικού χρόνου, καθώς και απόδοση εικονικών αντικειμένων βάσει της ροής βίντεο, οι οποίες είναι απαραίτητες στις εφαρμογές AR. Για την ανάπτυξη εφαρμογών AR απαιτούνται πολύπλοκοι υπολογισμοί, συνδυασμοί εντολών διαφορετικών γλωσσών προγραμματισμού αλλά και πολλών συστημάτων. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές υποστηρικτικές εφαρμογές, όπως εργαλειοθήκες, βιβλιοθήκες, πλατφόρμες κ.ά., οι οποίες προσφέρουν πολύτιμη βοήθεια για αυτόν ακριβώς τον σκοπό.

3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών Χρήσης της AR

Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα άλλων βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων σχετικά με αυτού του είδους ερευνών, για την επίτευξη πιο συγκεντρωτικής παρουσίασης και αφετέρου διασταύρωσης των επιμέρους αποτελεσμάτων, έχουμε μία πληρέστερη εικόνα για τη χρήση της AR στην εκπαίδευση, τους τομείς εφαρμογής της, την επίδραση στη μάθηση και τους πιθανούς περιορισμούς της. Συγκεντρωτικά, λοιπόν, έχουμε:

Έρευνα των Martin et. al., (2011), σε δείγμα 10 υλοποιημένων ερευνών σχετικά με την AR, ως ενισχυτική μέθοδος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία έδειξε μια αυξητική τάση στην ενασχόληση με αυτό το θέμα στη σχετική αρθρογραφία, αλλά και μία πολύ πρώιμη κατάσταση όσον αφορά την εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών του Radu (2012 & 2014), οι οποίες είχαν ως στόχο τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε περιβάλλοντα με ή χωρίς τη χρήση εφαρμογών AR, έδειξαν θετική επίδραση της AR στην κατανόηση ιδιαίτερα χωρικών δομών, στην απομνημόνευση και στις γλωσσικές συσχετίσεις. Ωστόσο, δεν έλειψαν και αναφορές για δυσκολίες εφαρμογής στη σχολική τάξη, όπως αρνητική επίδραση στη συγκέντρωση κάποιων παιδιών καθώς και για δυσκολίες χειρισμού.

Έρευνα των Santos et al., (2014), σε δείγμα 87 ερευνών της βάσης IEEE Xplore, σε σχέση με τη μαθησιακή εμπειρία από τη χρήση της AR, εμφάνισε μεγάλη απόκλιση στην επίδραση της AR στις επιδόσεις των μαθητών/-ριών, από ελάχιστα αρνητική έως πολύ θετική. Επιπλέον, όσον αφορά την ποιοτική ανάλυση των σχεδιαστικών κριτηρίων αυτών των εφαρμογών, εντοπίστηκαν τρία σχεδιαστικά πλεονεκτήματα της AR, τα οποία είναι: η οπτικοποίηση των εννοιών, η απτική οπτικοποίηση και η εισαγωγή ψηφιακών πληροφοριών σε φυσικά περιβάλλοντα.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση 32 εμπειρικών ερευνών των Bacca et al., (2014) σε σχέση με τις χρήσεις, τους περιορισμούς και τα πλεονεκτήματα της AR στην εκπαίδευση, έδειξε ότι η μεγαλύτερη χρήση της AR γίνεται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι περιορισμοί όσον αφορά τη χρήση της AR ήταν ελάχιστοι και τα πλεονεκτήματα αναφέρονταν τόσο στην κινητοποίηση των μαθητών/-ριών όσο και στην αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας και τη βελτίωση των επιδόσεων. Στα ίδια αποτελέσματα, με την προηγούμενη έρευνα, αλλά αναφέροντας και την ανάπτυξη θετικής στάσης των μαθητών/-ριών ως προς το μάθημα, στο οποίο χρησιμοποιείται η AR, κατέληξαν και οι Chen et al., (2016), οι οποίοι διερεύνησαν βιβλιογραφικά 55 έρευνες της βάσης SSCI, που πραγματοποιήθηκαν από το 2011 έως το 2016. Επίσης, αρκετοί ερευνητές αναφέρονται στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και τη συγκέντρωση της προσοχής των μαθητών/-ριών, όπου γίνεται αξιοποίηση εφαρμογών AR (Cai et al., 2013; Radu, 2014; Akcayir et al., 2016 κ.ά.).

Όσον αφορά το σκοπό χρήσης της AR, στην πλειοψηφία των ερευνών, χρησιμοποιήθηκε για την εξήγηση ενός θέματος, μέσω της ενίσχυσης με ψηφιακές πληροφορίες και όσον αφορά τους τομείς της εκπαιδευτικής διαδικασίας, στους οποίους φαίνεται να έχει θετική επίδραση η χρήση της AR, αυτοί με σειρά συχνότητας είναι: 1. τα μαθησιακά οφέλη, 2. η κινητοποίηση των μαθητών/-ριών για μάθηση, 3. η συνεργασία των μαθητών/-ριών, 4. η προσοχή των μαθητών/-ριών στο μάθημα, 5. η δημιουργία θετικής στάσης για το μάθημα, 6. ο ενθουσιασμός, 7. η ανυπομονησία, 8. η ευκολία στη συγκράτηση γνώσεων, 9. η ενίσχυση της χωρικής αντίληψης, 10. η ανάπτυξη της παρατηρητικότητας.

Σχεδόν οι μισές από τις έρευνες (48,1%) αφορούσαν το πεδίο των Φυσικών Επιστημών, όπως την απεικόνιση εννοιών ή αντικειμένων, τις οποίες οι μαθητές/-ήτριες δε θα μπορούσαν να δουν στον πραγματικό κόσμο, π.χ. άτομα, μόρια, χημικές ενώσεις, διάσπαση πυρήνα, προσομοίωση εργαστηριακών πειραμάτων, αλλά και τη διδασκαλία μαθηματικών και γεωμετρικών εννοιών, τη γεωγραφία και την περιβαλλοντική εκπαίδευση (Τζόρτζογλου & Σοφός, 2017). Τέλος, η αξιοποίηση εφαρμογών AR στην εκπαίδευση, με χρήση κινητών συσκευών, φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα (Liu et al., 2016; Radu et al., 2016; Τζόρτζογλου & Σοφός, 2017 κ.ά.).

Ωστόσο, η χρήση αυτών των εφαρμογών AR στην ελληνική σχολική πραγματικότητα είναι αρκετά περιορισμένη και η αξιοποίησή τους με τη μορφή σχολικού βιβλίου, αρχίζει σιγά - σιγά να γίνεται πραγματικότητα, με πρόσφατα παραδείγματα, το βιβλίο Γεωγραφίας ΣΤ΄ τάξης και Πληροφορικής Γυμνασίου των Γεωργίου & Τζόρτζογλου.

4. Εκπαιδευτική Αξία και Οφέλη από τη Χρήση Εφαρμογών AR

Με τη χρήση εφαρμογών AR στην εκπαιδευτική διαδικασία, εικόνες, ήχοι, κείμενα, τρισδιάστατα γραφικά και βίντεο τοποθετούνται στο πραγματικό περιβάλλον των μαθητών/-ριών, σε πραγματικό χρόνο και ο συνδυασμός του πραγματικού περιβάλλοντος με την επιπρόσθετη ψηφιακή πληροφορία, αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο αναπαράστασης, που διατηρεί την ισόρροπη αλληλεπίδραση πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τους Lee (2012) και Wasko (2013) η χρήση της AR στηρίζεται στον συνδυασμό των αρχών αφενός του εποικοδομισμού, ο οποίος αναφέρεται στην οικοδόμηση νοητικών μοντέλων και αφετέρου της πλαισιοθετημένης μάθησης, στην οποία τονίζεται η σημασία του πλαισίου, μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται όλες οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών/-ριών με άτομα, αντικείμενα, διάφορα υλικά, που έχουν ως αποτέλεσμα τη μάθηση. Αυτό έχει ως συνέπεια, η νέα γνώση να εντάσσεται στο κατάλληλο πλαίσιο και οι μαθητές/-ήτριες να αλληλεπιδρούν με αυτήν, οπότε αυτή η γνώση αποκτά νόημα μέσα στο συγκεκριμένο πλαίσιο, συνδέεται απόλυτα με αυτό και κατ' επέκταση δημιουργούνται ολοκληρωμένες νοητικές δομές από τους/τις μαθητές/-ήτριες, με τελικό αποτέλεσμα τη μάθηση (Dunleavy & Dede, 2014).

Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με αυτές τις εφαρμογές και την εκπαιδευτική αξιοποίησή τους, λόγω της δυνατότητά τους, να μπορούν να εφαρμοστούν παντού και πάντοτε. Σύμφωνα με έρευνες (Martin et al., 2011; Tarng & Ou, 2012; Chang et al., 2014 κ.ά.) οι εφαρμογές AR αξιοποιούνται σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα, όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Ανατομία, Μαθηματικά, Γλώσσα, Γεωγραφία κ.ά., θεωρούνται ένα πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο και προσφέρουν σημαντικά οφέλη στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού οι μαθητές/-ήτριες έχουν την ευκαιρία να βιώσουν καταστάσεις και να δουν γεγονότα που πολύ δύσκολα ή σε καμιά περίπτωση δεν θα ζούσαν στην πραγματική τους ζωή, αυξάνουν τα κίνητρα για μάθηση, ευνοούν τις αλληλεπιδράσεις με άλλα άτομα και εικονικά αντικείμενα, παρέχουν σαφή απεικόνιση των εννοιών χρόνου και χώρου και επιτρέπουν την πληρέστερη κατανόησή τους, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών/-ριών να συνδέουν τα όσα μαθαίνουν με την καθημερινή ζωή, ούτως ώστε να μπορούν και να τα εφαρμόζουν σε αυτήν.

Από πιλοτικές εφαρμογές AR έχουν εξαχθεί διαπιστώσεις για θετική συνεισφορά στη μαθησιακή διαδικασία με μεγιστοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/-ριών (Di Serio et al., 2013; Wu et al., 2013), αύξηση της συμμετοχής τους (Bidin & Ziden, 2013), πλαισίωση της γνώσης (Lee, 2012; Wasko, 2013) επίδραση στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας, της φαντασίας και της κριτικής σκέψης τους (Lee, 2012; Mang & Wardley, 2013; Wasko, 2013) κ.ά..

Όσον αφορά τα οφέλη από τη χρήση της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως αυτά αναφέρονται στις σχετικές έρευνες, είναι τα εξής:

Εξατομικευμένη μάθηση: Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της παραδοσιακής εκπαίδευσης είναι η έλλειψη χρόνου και πόρων για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας σε κάθε μαθητή/-τρία μέσα στην τάξη. Η AR παρέχει στους/στις εκπαιδευτικούς τα εργαλεία που χρειάζονται για να έχουν πληροφορίες για κάθε μαθητή/-τρία, έτσι ώστε να γνωρίζουν ποιος/α χρειάζεται περισσότερη βοήθεια, ποιος/α πηγαίνει πολύ καλά και ποιος/α έχει κατανοήσει πραγματικά το μάθημα.

Αλληλεπίδραση με μη προσβάσιμα αντικείμενα: Δεδομένη θεωρείται η παρουσία αλληλεπίδρασης στις εφαρμογές AR, αφού αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά τους. Σε αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Wasko, 2013; Wu et al., 2013; Martin et al., 2014; Chen et al., 2016) κ.ά., γίνεται αναφορά στη σπουδαιότητά της, αφού οι εφαρμογές AR δίνουν την ευκαιρία στους/στις μαθητές/-ήτριες να αλληλεπιδράσουν, άμεσα και σε πραγματικό χρόνο, με διάφορα εικονικά αντικείμενα, με τα οποία δεν θα είχαν καμία επαφή στον πραγματικό κόσμο, για διάφορους πρακτικούς λόγους όπως είναι η μεγάλη χωρική ή χρονική απόσταση, οι τεράστιες διαστάσεις των αντικειμένων, η επικινδυνότητά τους ή ακόμα και η μη φυσική ύπαρξή τους.

Ισότητα στην εκπαίδευση: Μερικές φορές τα χρήματα αποτελούν εμπόδιο για τη μάθηση και τόσο τα σχολεία όσο και οι μαθητές/-ήτριες μπορεί να επηρεαστούν. Η AR γεφυρώνει τις ανισότητες στην εκπαίδευση, καθώς καθιστά το περιεχόμενο προσβάσιμο για όλους/όλες στην τάξη, χωρίς διαφορές μεταξύ τους.

Μεγάλη ποικιλία πεδίων: Η τεχνολογία της AR μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά πεδία και επίπεδα γνώσης. Ωστόσο, μεγιστοποιεί τα οφέλη της όσον αφορά την κατάρτιση δεξιοτήτων. Η AR παρέχει τον τέλειο συνδυασμό της πραγματικότητας με την εικονική πραγματικότητα, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν πραγματικές φυσικές συσκευές, εξοικονομώντας κόστος και παράλληλα μειώνοντας τους κινδύνους.

Αυξημένο ενδιαφέρον και κίνητρα: Οι Di Serio et al. (2013) αναφέρουν ότι οι μαθητές/-ήτριες εμφανίζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο που μελετούν, όταν αυτό προσεγγίζεται μέσω εφαρμογών AR. Η χρήση της AR μπορεί να μεταμορφώσει την αίθουσα διδασκαλίας και το περιεχόμενό της, καθιστώντας τα πάντα πιο οπτικά και ελκυστικά για τους/τις μαθητές/-ήτριες (Kucirkova et al., 2014). Τα κίνητρά τους να ασχοληθούν με το εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο αυξάνονται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της προσήλωσής τους, την καταβολή μεγαλύτερης προσπάθειας και κατ' επέκταση την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων (Lee, 2012; Wu et al., 2013).

Ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης και βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων: Οι εφαρμογές AR δίνουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/-ήτριες να βιώσουν έναν διαφορετικό κύκλο μάθησης, που θα τους/τις βοηθήσει να διατηρούν περισσότερες γνώσεις για περισσότερο χρόνο, αφού συμβάλλουν στην οπτικοποίηση δυσνόητων φαινομένων ή εννοιών, ή στην παρουσίαση αντικειμένων, που δεν βρίσκονται εύκολα στο πραγματικό περιβάλλον και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτά τα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η απλοποίηση των εννοιών και των νέων πληροφοριών, γεγονός που συμβάλλει στην πιο εύκολη και αποτελεσματική κατάκτηση των γνώσεων και γενικότερα στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, όπως έχουν δείξει αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Di Serio et al., 2013; Wu et al., 2013; Papadakis et al., 2016; Chen et al., 2017).

Ανάπτυξη δεξιοτήτων: Μέσω των εφαρμογών AR, οι μαθητές/-ήτριες είναι σε θέση να διερευνήσουν και να μάθουν περισσότερα, για οτιδήποτε βρίσκουν ενδιαφέρον και παράλληλα, ασκούνται σε τεχνικές αυτοκαθοδηγούμενης μάθησης (Wu et al., 2013), αναπτύσσουν ποικίλες δεξιότητες, όπως, της συνεργατικότητας (Kearney et al., 2012; Rossing et al., 2012), της κριτικής σκέψης, της λογικής επίλυσης προβλημάτων και του αναστοχασμού (Wasko, 2013). Επίσης, προωθούνται η δημιουργικότητα και η περιέργειά τους (Lee, 2012).

Διευκόλυνση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης: Η τεχνολογία της AR επιτρέπει την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και τη συνεργασία μαθητών/-ριών και εκπαιδευτικών, που δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο, αφού έτσι μπορούν να μοιράζονται ένα κοινό

μαθησιακό περιβάλλον και να αλληλεπιδρούν με τα πρόσθετα εικονικά αντικείμενα, υλικά ή πληροφορίες, που εμφανίζονται σε αυτό το περιβάλλον.

5. Εκπαιδευτική Ανάγκη Ανάπτυξης Εφαρμογών AR Φυσικών Επιστημών

Ειδικότερα, στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, σύμφωνα με τους Ozdemir & Clark (2007), παρατηρείται το φαινόμενο, οι μαθητές/-ήτριες να έχουν διαμορφώσει πολύ ισχυρές αλλά λανθασμένες στάσεις και αντιλήψεις για τον κόσμο που τους/τις περιβάλλει, μέσω των εμπειριών τους και των αλληλεπιδράσεων με άτομα και καταστάσεις. Ρόλος του σχολείου είναι να διδάξει τους/τις μαθητές/-ήτριες, ώστε αυτές τις λανθασμένες αντιλήψεις τους, να τις αντικαταστήσουν με τις ορθές, μέσα από την ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου σκέψης. Επομένως, σε αυτόν τον χώρο, όπου στην παραδοσιακή διδασκαλία, συχνά, παρατηρούνται δυσκολίες κατανόησης των εννοιών, παρανοήσεις και αδυναμία κατασκευής των νοητικών αναπαραστάσεων, αφενός λόγω της ασάφειας των εννοιών και αφετέρου λόγω της απόστασής τους από την αισθητή πραγματικότητα, η ανάγκη χρήσης εφαρμογών AR φαίνεται να είναι όχι απλά απαραίτητη, αλλά επιβεβλημένη. Οι διαδραστικές προσομοιώσεις και οι οπτικοποιήσεις αποδεικνύονται εξαιρετικά σημαντικές σε αυτόν τον τομέα και το γεγονός ότι συνδέονται με τον πραγματικό κόσμο, συμβάλλουν στην καλύτερη πλαισίωση της γνώσης. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Potkonjak et al. (2016) και Akcayir, et al. (2016), στις περιπτώσεις έλλειψης εργαστηριακών πόρων και εξοπλισμού, αναδεικνύεται η χρησιμότητα των εφαρμογών AR, εφόσον αξιοποιούνται για την πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων και επιπλέον για λόγους μαθησιακής ευελιξίας. Επιπλέον, με την αξιοποίηση των εφαρμογών AR στα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία) και εφόσον αυτές επιτυγχάνουν την κινητοποίηση των μαθητών/-ριών και την αύξηση του ενδιαφέροντος τους, υπάρχει η δυνατότητα περιορισμού της καταγεγραμμένης αδιαφορίας ή απώθησης για αυτά τα θεωρητικά μαθήματα.

6. Σκοπός της Έρευνας / Ερευνητικά Ερωτήματα

Λαμβάνοντας υπόψη, τα παραπάνω δεδομένα, αποφασίστηκε η υλοποίηση της παρούσας έρευνας, αφού με βάση τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/-ήτριες στον τομέα των Φ.Ε. και στην κατανόηση των εννοιών, προέκυψαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1^{ο} Ε.Ε.: Η χρήση ενός σχολικού βιβλίου Φυσικής AR, έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σύγκριση με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία;

2^{ο} Ε.Ε.: Η χρήση σχολικών βιβλίων AR έχει επίδραση στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/-τριών και στη γενικότερη θετική στάση τους για το αντίστοιχο μάθημα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σχολικά βιβλία;

Επομένως, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των εφαρμογών AR, με τη μορφή σχολικού βιβλίου AR στο μάθημα της Φυσικής, στα μαθησιακά αποτελέσματα που θα προκύψουν από την αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και τη διαμόρφωση της στάσης των μαθητών/-τριών για το συγκεκριμένο μάθημα (Πίνακας 1).

Ερευνητικά Ερωτήματα	Ερευνητικό Εργαλείο	Επιμέρους Ερωτήσεις
1ο Ερευνητικό Ερώτημα	Τεστ Αξιολόγησης Π. Ο. & Ο. Ε.	Σύγκριση Μ.Ο. επίδοσης Π. Ο. & Ο. Ε.

2ο Ερευνητικό Ερώτημα	Ερωτηματολόγιο Π. Ο.	Ερωτήσεις: 1 - 13

Πίνακας 1: Ερευνητικά Ερωτήματα – Ερευνητικά Εργαλεία

7. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας ήταν η έρευνα πεδίου, η οποία θεωρείται κατάλληλη για τη διερεύνηση ή εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών σε επίπεδο σχολείου ή τάξεων, έτσι ώστε, στη συνέχεια, να διαχυθούν στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα, στην περίπτωση θετικών αποτελεσμάτων και η παρατήρηση. Πιο συγκεκριμένα, περιελάμβανε εκπαιδευτική παρέμβαση σε δύο ομάδες μαθητών/-τριών της Ε΄ τάξης, σε 12/θ δημόσιο δημοτικό σχολείο της πόλεως Ρόδου, το οποίο έχει δύο τμήματα Ε΄ τάξης, εκ των οποίων το ένα αποτέλεσε την πειραματική ομάδα και το άλλο την ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε στο χρονικό διάστημα από 20 έως 28 Σεπτεμβρίου 2018, σε σύνολο 44 μαθητών/-τριών (22 ανά τμήμα ή ομάδα).

Αρχικά, εφαρμόστηκε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο/τεστ (pre-test), αφενός για να ελεγχθούν οι πρότερες γνώσεις των μαθητών/-τριών και αφετέρου για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ίδιων συνθηκών, όσον αφορά το επίπεδο των μαθητών/-τριών στις δύο ομάδες.

Στην πειραματική ομάδα η εκπαιδευτική παρέμβαση έγινε με τη χρήση ταμπλετών και με την αξιοποίηση της εφαρμογής AR στο σχολικό βιβλίο, που αναπτύξαμε για το σκοπό αυτό, ενώ στην ομάδα ελέγχου η παρέμβαση έγινε με συμβατική διδασκαλία, στην οποία όμως αξιοποιήθηκε και η τεχνολογία, με τη μορφή παρουσίασης εικόνων, βίντεο κ.ά., με τη χρήση Η/Υ και προτζέκτορα.

Και στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο, το οποίο είναι μαθητοκεντρικό και αξιοποιήθηκε η ομαδοσυνεργατική μέθοδος διδασκαλίας, με τον δικό μας ρόλο να είναι καθαρά οργανωτικός και καθοδηγητικός. Η πορεία της μαθησιακής διαδικασίας ήταν κοινή και οργανώθηκε στις εξής φάσεις (Schmidkunz & Lindemann, 1992):

1η Φάση: Εισαγωγικό ερέθισμα: Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών/-τριών στο θέμα που πρόκειται να μελετηθεί.

2η Φάση: Πειραματική αντιμετώπιση: Στη φάση της πειραματικής αντιμετώπισης οι μαθητές/-ήτριες εκτελούν πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους.

3η Φάση: Εξαγωγή συμπεράσματος: Σε αυτήν τη φάση επιδιώκεται γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση ενός συμπεράσματος. Επιδίωξη των εκπαιδευτικών είναι να υιοθετήσουν οι μαθητές/-ήτριες τη σωστή επιστημονική άποψη και να εγκαταλείψουν τυχόν προϋπάρχουσες λανθασμένες αντιλήψεις.

4η Φάση: Εμπέδωση – γενίκευση: Στη φάση αυτή επιδιώκεται η εμπέδωση - γενίκευση μέσα από εργασίες - παραδείγματα και εφαρμογές. Πρόκειται για εργασίες που συχνά αναφέρονται στην καθημερινή ζωή και αποβλέπουν στη δημιουργία ευκαιριών για εφαρμογή των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν οι μαθητές/-ήτριες κατά την προηγούμενη φάση.

Επομένως, το μόνο σημείο διαφοροποίησης των διδασκαλιών έγκειται στο γεγονός ότι οι μαθητές/-ήτριες της πειραματικής ομάδας είχαν επιπλέον πληροφόρηση όταν

χρησιμοποιούσαν το βιβλίο του μαθητή, αφού πέραν του γραπτού κειμένου που υπάρχει σε αυτό, είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν τα αντίστοιχα βίντεο ή να δουν επιπλέον εικόνες σχετικά με το κάθε επιμέρους απόσπασμα του βιβλίου. Σε όλη την παραπάνω μαθησιακή διαδικασία και οι δύο ομάδες δέχτηκαν τις ίδιες πληροφορίες και αξιοποίησαν το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό. Όσον αφορά την αξιολόγηση, αυτή έγινε και στις δύο ομάδες με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή με το ηλεκτρονικό Τεστ Αξιολόγησης, έτσι ώστε να έχουμε ως μόνο αίτιο πιθανής διαφοροποίησης της βαθμολογίας τους, τη χρήση του σχολικού βιβλίου AR.

8. Ερευνητικός Σχεδιασμός – Δημιουργία Εφαρμογής AR

8.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός

Ο ερευνητικός σχεδιασμός περιελάμβανε την επιλογή του γνωστικού αντικειμένου και της ενότητας, στην οποία θα εφαρμοστεί η παρέμβαση: Η επιλογή του γνωστικού αντικειμένου βασίστηκε αφενός στο θέμα της δυσκολίας του, για μεγάλο αριθμό μαθητών/-ριών και αφετέρου στο γεγονός ότι είναι απαραίτητη η οπτικοποίηση των διαφόρων εννοιών, προκειμένου να υπάρξει αποσαφήνιση και κατανόησή τους, από την πλευρά των μαθητών/-ριών. Το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» διδάσκεται στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Ε΄ & ΣΤ΄) για τρεις διδακτικές ώρες την εβδομάδα (https://www.minedu.gov.gr, 2018). Από τη μελέτη της στοχοθεσίας του μαθήματος «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (http://www.pi-schools.gr, 2018) διαφαίνεται η αναγκαιότητα αξιοποίησης της τεχνολογίας σε κάθε φάση της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας, για την επίτευξη κάθε επιμέρους στόχου. Επιπλέον, λόγω της φύσης του αντικειμένου, που περιλαμβάνει μεγάλο πλήθος δύσκολων εννοιών και δυσνόητων θεμάτων, η αξιοποίηση εφαρμογών προσομοίωσης και γενικότερα AR, επιτυγχάνει την οπτικοποίηση των εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων και κατ' επέκταση την πληρέστερη κατανόησή τους. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η ενότητα «Υλικά Σώματα», η οποία περιέχεται στις σελίδες 12 -17 του σχολικού βιβλίου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» και αναφέρεται στη Δομή της ύλης και τις ιδιότητες των υλικών σωμάτων. Η επιλογή της συγκεκριμένης ενότητας έγινε με κριτήριο τη συνέχεια του γνωστικού αντικειμένου, αφού αποτελεί την πρώτη ενότητα με την οποία έρχονται σε επαφή οι μαθητές/-ήτριες, ασχολούμενοι/-ες με το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών επιστημών.

8.2 Δημιουργία Εφαρμογής AR

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αποφασίστηκε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR σε σχολικό βιβλίο και πιο συγκεκριμένα ο εμπλουτισμός, με ψηφιακό υλικό, της πρώτης ενότητας του βιβλίου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού, που ασχολείται με τα «Υλικά Σώματα». Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι στις σελίδες του βιβλίου κυριαρχούν κείμενα και στατικές εικόνες, κυρίαρχη ιδέα υπήρξε η επαύξηση αυτού του γνωστικού υλικού, με νέα ψηφιακά δεδομένα διαφόρων μορφών, όπως εικόνες, βίντεο κ.ά., τα οποία θα παρέχουν επιπλέον πληροφορίες στους/στις μαθητές/-ήτριες και θα λειτουργούν επεξηγηματικά, δηλαδή ο μετασχηματισμός των σελίδων του βιβλίου σε σελίδες AR.

Επόμενο στάδιο υπήρξε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των μικρό-εφαρμογών AR, που είχαν ως στόχο την επαύξηση του σχολικού βιβλίου, αξιοποιώντας τη μηχανή της Unity (https://unity3d.com) και τη βιβλιοθήκη της Vuforia (https://developer.vuforia.com), που επιτρέπουν εύκολα και γρήγορα την υλοποίησή τους, αφού κυρίαρχη φιλοσοφία της Unity είναι ότι για την ανάπτυξη παιχνιδιών ή

άλλων εφαρμογών πρέπει, κατά βάση, να χρησιμοποιείται ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον και να ελαχιστοποιείται η χρήση προγραμματισμού.
Για τον εμπλουτισμό του γνωστικού υλικού του βιβλίου αξιοποιήθηκαν τα εξής ψηφιακά στοιχεία: Από την ιστοσελίδα της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης, αξιοποιήθηκε το βίντεο «Με το μικρόκοσμο εξηγώ… τις ανανεώσιμες αποθήκες» (http://www.edutv.gr/index.php/fisikes-epistimes/me-to-mikrokosmo-eksigo-tis-dynameis) και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν δύο αποσπάσματα, το πρώτο χρονικής διάρκειας 00:03:37, από το 00:01:07 - 00:04:45, προκειμένου, να εμπλουτίσουμε το γνωστικό υλικό του βιβλίου (σελ. 14), που αναφέρεται στη Δομή της ύλης και τα μικροσκοπικά σωματίδια της ύλης και το δεύτερο, διάρκειας 00:01:30, από το 00:04:46 - 00:06:15, για τον εμπλουτισμό του υλικού που αναφέρεται στα στερεά, υγρά και αέρια υλικά σώματα (σελ. 15). Από την Google/εικόνες (https://www.google.gr/imghp), αξιοποιήσαμε μια εικόνα για τον συμβολισμό των χημικών ενώσεων, η οποία πολύ παραστατικά παρουσιάζει προσομοιώματα ατόμων και μορίων και εξηγεί τη διαφορά χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων (σελ. 15). Από το YouTube, αξιοποιήθηκαν εξ ολοκλήρου τα εξής: ένα βίντεο, το οποίο παρουσιάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα ενός ατόμου (https://www.youtube.com/watch?v=CFFa4Uv-OBA), (σελ. 14), ένα βίντεο, που αναλύει τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας και των σχέσεων τους (https://www.youtube.com/watch?v=Dc_YY2NvXE0) και ένα βίντεο, που αναφέρεται στον όγκο και την πυκνότητα και τη μεταξύ τους σχέση (https://www.youtube.com/watch?v=kFsFEZJF3Sw), (σελ. 16 και 17 αντίστοιχα).
Με τη χρήση των Google Quiz Forms δημιουργήθηκε ένα Τεστ Αξιολόγησης (https://goo.gl/forms/ZC6vG4wYBKVGMkuc2), το οποίο καλύπτει όλη την ύλη της ενότητας, με τη μορφή ποικίλων ερωτήσεων, όπως, πολλαπλών επιλογών, αναπτυσσόμενου μενού, πλέγματος πολλαπλών επιλογών κ.ά., αξιοποιώντας σχετικές εικόνες και βίντεο. Τα αποτελέσματα, από αυτό το τεστ, αξιοποιήθηκαν για τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο ομάδων, πειραματικής και ελέγχου. Επιπλέον, δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο, το οποίο διαμορφώθηκε σε πενταβάθμια κλίμακα Likert, ξεκινώντας τη διαβάθμιση των απαντήσεων από το 1:διαφωνώ απόλυτα και τελειώνοντας στο 5:συμφωνώ απόλυτα, με σκοπό τη διερεύνηση των εντυπώσεων και των στάσεων των μαθητών/-τριών, σε σχέση με τη χρήση του σχολικού βιβλίου AR. Οι ερωτήσεις στις οποίες απάντησαν οι μαθητές/-ήτριες είναι οι εξής: 1η: Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν ευχάριστο. 2η: Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν χρήσιμο. 3η: Οι επιπλέον πληροφορίες ήταν ενδιαφέρουσες. 4η: Οι επιπλέον πληροφορίες εξήγησαν περισσότερο το μάθημα. 5η: Με τις επιπλέον πληροφορίες κατάλαβα καλύτερα το μάθημα. 6η: Η χρήση της εφαρμογής ήταν αρκετά εύκολη. 7η: Με τη χρήση της εφαρμογής το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον. 8η: Με τη χρήση της εφαρμογής και τα άλλα μαθήματα μπορούν να γίνουν πιο ενδιαφέροντα. 9η: Η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι. 10η: Το μάθημα έγινε ευχάριστο σαν παιχνίδι. 11η: Το μάθημα ήταν βαρετό. 12η: Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής. 13η: Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή και στα άλλα μαθήματα.

9. Ερευνητικά Αποτελέσματα

9.1 Αποτελέσματα του pre-test

Τα αποτελέσματα ελέγχου των pre-tests έδειξαν ότι αρχικά, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, αφού παρουσιάζουν ασήμαντη διαφορά 0,09 στους μέσους όρους των βαθμολογιών των pre-tests (Mean Difference=5,14-5,05=0,09) (Πίνακας 2).

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Βαθμολογία Pre-Test (Πειραματική Ομάδα)	22	5,14	1,457	,311
Βαθμολογία Pre-Test (Ομάδα Ελέγχου)	22	5,05	1,397	,298

Πίνακας 2: Σύγκριση βαθμολογιών του pre-test

9.2 1ο Ερευνητικό Ερώτημα

Η χρήση ενός σχολικού βιβλίου Φυσικής AR, έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σύγκριση με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία;

Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα, μπορεί να εξαχθεί από τη σύγκριση των μέσων όρων (Compare Means) των βαθμολογιών, που οι μαθητές/-ήτριες των δύο ομάδων, πέτυχαν στο Τεστ Αξιολόγησης. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η διαδικασία Independent - Samples T Test, αφού θέλουμε να ερευνήσουμε κατά πόσο οι δύο ανεξάρτητες ομάδες (πειραματική και ελέγχου) έχουν τον ίδιο μέσο όρο βαθμολογιών στο Τεστ Αξιολόγησης (μηδενική υπόθεση). Στην εναλλακτική υπόθεση οι μέσοι όροι βαθμολογιών θα διαφέρουν και εφόσον δεν επιχειρούμε κάποια πρόβλεψη σχετικά με το ποια από τις δύο ομάδες θα έχει υψηλότερο ή χαμηλότερο μέσο όρο, η υπόθεση που διατυπώνουμε είναι διπλής κατεύθυνσης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτήν την εφαρμογή, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3), παρουσιάζουν διαφορά 2,95 στους μέσους όρους των βαθμολογιών (Mean Difference=26,27-23,32=2,95). Επομένως, στην παρούσα περίπτωση, όπου έχουμε t(42)=2,95, p=0,05), δηλαδή 42 βαθμούς ελευθερίας (df=N1+N2-2=22+22-2=42), υπόθεση διπλής κατεύθυνσης και στατιστικό επίπεδο σημαντικότητας p=0,05, η κρίσιμη τιμή είναι 2,02. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα, αφού η τιμή στη διαφορά των μέσων όρων είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή (2,95>2,02), επομένως, δεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι η ομάδα που διδάχθηκε με τη χρήση AR είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και βαθμολογήθηκε, κατά μέσο όρο, κατά τρεις περίπου μονάδες (2,95) περισσότερο, σε σύγκριση με αυτήν που διδάχθηκε με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία.

	Μέθοδος Διδασκαλίας	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Βαθμολογία Τεστ Αξιολόγησης	Με χρήση AR	22	26,27	3,027	,635
	Χωρίς Χρήση AR	22	23,32	3,835	,818

Πίνακας 3: Σύγκριση βαθμολογιών μετά τη χρήση της εφαρμογής AR στην πειραματική ομάδα

9.3 2ο Ερευνητικό Ερώτημα

Η χρήση σχολικών βιβλίων AR έχει επίδραση στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/-ριών και στη γενικότερη θετική στάση τους για το αντίστοιχο μάθημα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σχολικά βιβλία;

Από τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών/-ριών της πειραματικής ομάδας, που διδάχτηκαν με τη χρήση του βιβλίου AR, παρατηρείται σημαντική ταύτιση απόψεων στα παρακάτω σημεία (Πίνακας 4):

1. Όλοι οι μαθητές/-ήτριες χαρακτήρισαν το εμπλουτισμένο βιβλίο ως πολύ ενδιαφέρον (Mean=5).
2. Σχεδόν όλοι οι μαθητές/-ήτριες θεωρούν ότι με τη χρήση της εφαρμογής, το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον (Mean=4,95).
3. Την ίδια άποψη έχουν και για τη χρήση αντίστοιχων εφαρμογών στα άλλα μαθήματα (Mean=4,95).
4. Την ίδια ταύτιση εμφάνισαν και στην αντίθετη ερώτηση, εάν το μάθημα ήταν βαρετό, όπου όλοι/-ες διαφώνησαν απόλυτα (Mean=1).
5. Τόσο η εφαρμογή όσο και το μάθημα τους/τις φάνηκε σαν παιχνίδι (Mean=5).
6. Επιθυμούν τη χρήση της εφαρμογής τόσο στο μάθημα της Φυσικής (Mean=5), όσο και στα άλλα μαθήματα (Mean=5).
7. Πιστεύουν ότι οι επιπλέον πληροφορίες που τους/τις δόθηκαν μέσω του εμπλουτισμένου βιβλίου βοήθησαν στην κατανόηση του μαθήματος (Mean=4,95).
8. Θεωρούν εύκολη τη χρήση της εφαρμογής (Mean=4,82).
9. Η μεγαλύτερη διαφοροποίηση απαντήσεων εμφανίζεται στη χρησιμότητα του εμπλουτισμένου βιβλίου (Mean=4,45), χωρίς ωστόσο να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

	Teaching Method/Using AR	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν ευχάριστο.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	5,00	.000	.000
Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν χρήσιμο	Με χρήση AR	22 0[a]	4,45	.671	.143
Οι επιπλέον πληροφορίες ήταν ενδιαφέρουσες.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,86	.468	.100
Οι επιπλέον πληροφορίες εξήγησαν περισσότερο το μάθημα.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,91	.294	.063
Με τις επιπλέον πληροφορίες κατάλαβα καλύτερα το μάθημα.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,95	.213	0.45
Η χρήση της εφαρμογής ήταν αρκετά εύκολη.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,82	.395	0.84
Με τη χρήση της εφαρμογής το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,95	.213	0.45
Με τη χρήση της εφαρμογής και τα άλλα μαθήματα μπορούν να γίνουν πιο ενδιαφέροντα.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	4,95	.213	0.45
Η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	5,00	.000	.000
Το μάθημα έγινε ευχάριστο σαν παιχνίδι.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	5,00	.000	.000
Το μάθημα ήταν βαρετό.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	1,00	.000	.000
Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	5,00	.000	.000
Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή και στα άλλα μαθήματα.	Με χρήση AR Χωρίς χρήση AR	22 0[a]	5,00	.000	.000

Πίνακας 4: Ερωτηματολόγιο της πειραματικής ομάδας

10. Προεκτάσεις και Περιορισμοί

Τα θετικά αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, δείχνουν ότι υπάρχει ενδιαφέρον για την αξιοποίηση εφαρμογών AR, στη σχολική πραγματικότητα και ότι θα πρέπει να υπάρξει αύξηση της χρήσης τέτοιων εφαρμογών, καθώς και δημιουργία εφαρμογών εμπλουτισμού των βιβλίων, που υπάρχουν ήδη, τόσο για την επαύξηση του υλικού, όσο και για τη διόρθωση πιθανών προβληματικών σημείων.

Σίγουρα, αξίζει η ολοκλήρωση της προσπάθειας αυτής, δημιουργώντας μια πλήρη εφαρμογή για το συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά και η επέκταση δημιουργίας αντίστοιχων εφαρμογών για όλα τα γνωστικά αντικείμενα και όλες τις τάξεις, ξεκινώντας από τις μεγαλύτερες.

Ένας σημαντικός περιορισμός φαίνεται να ήταν η πίεση του χρόνου, ωστόσο αυτό που έχει μεγαλύτερη αξία είναι η κατανόηση και όχι η εξάντληση της ύλης.

11. Συζήτηση

Αρχικά, μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στη συνέχεια μέσα από τη διαδικασία των διδασκαλιών, την παρατήρηση των συμπεριφορών, την αξιοποίηση, ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων από την ερευνητική διαδικασία, επιχειρήθηκε η εξαγωγή συμπερασμάτων και απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα που εξ αρχής είχαν τεθεί.

Από την ανάλυση των δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/-τριες που διδάχθηκαν την ενότητα της Φυσικής, Υλικά Σώματα, με τη χρήση του βιβλίου AR, είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και τελικές επιδόσεις από τους/τις μαθητές/ριες που διδάχθηκαν την ίδια ενότητα, με τον συμβατικό/κλασικό τρόπο.

Τα αποτελέσματα, σε αυτήν την περίπτωση, έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών, που έχουν αναφερθεί, πολύ αναλυτικά, στο θεωρητικό μέρος. Οι λόγοι που μπορεί να συμβάλλουν σε αυτό το αποτέλεσμα, ενδέχεται να είναι:

1. Οι επιπλέον πληροφορίες που έχουν την ευκαιρία να προσλάβουν οι μαθητές/ριες λόγω της αμεσότητας που τους προσφέρει η ταμπλέτα, η οποία βρίσκεται στα χέρια των μαθητών/ριών και κατ' επέκταση στο άμεσο οπτικό και ακουστικό τους πεδίο, σε αντίθεση με τον κεντρικό Η/Υ και προτζέκτορα, που λόγω της γενικής παρουσίασης προς το σύνολο της τάξης, είναι γεγονός ότι δέχεται αρκετές επιδράσεις από το περιβάλλον της τάξης, ακολουθεί συγκεκριμένο ρυθμό για όλους/ες, κατά την παρουσίαση μεσολαβούν διάφορες παρεμβάσεις τρίτων, όπως ηχητικές ενοχλήσεις, απόσπαση προσοχής κ.ά.,
2. Η δυνατότητα που δίνεται στους/στις μαθητές/ριες να μελετούν τα επιπλέον στοιχεία της εφαρμογής με το δικό τους ρυθμό και να επανέρχονται σε αυτά, όποτε το επιθυμούν ή όταν αισθάνονται ότι δεν έχουν κατανοήσει ικανοποιητικά κάποιο σημείο.
3. Η ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών.
4. Η κινητοποίησή τους λόγω της ενεργούς εμπλοκής τους στη διαδικασία.
5. Η αίσθηση που δημιουργείται στα παιδιά ότι συμμετέχουν περισσότερο σε ένα παιχνίδι παρά σε μια μαθησιακή διαδικασία.

Αυτό διαφαίνεται και από την επιθυμία που εξέφρασαν τα παιδιά μέσω του ερωτηματολογίου, ότι θέλουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή AR, τόσο στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής, όσο και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα.

Γενικότερα, δεν υπήρξαν προβλήματα με τη χρήση της εφαρμογής και φάνηκε η μεγάλη εξοικείωση που έχουν οι μαθητές/ριες με αυτές τις συσκευές.

12. Συμπεράσματα

Με την ολοκλήρωση της έρευνας, ο αρχικός στόχος έχει επιτευχθεί δεδομένου ότι δόθηκαν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Τα αποτελέσματα μας δίνουν απαντήσεις σχετικά με δύο διαφορετικές επιδράσεις της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Το πρώτο είναι ότι οι μαθητές που διδάχθηκαν με τη χρήση του επαυξημένου σχολικού βιβλίου είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και απόδοση σε σχέση με τους μαθητές/-τριες που διδάχθηκαν με το κλασικό/παραδοσιακό τρόπο.

Το δεύτερο αναφέρεται στη θετική στάση των μαθητών/-τριών όσον αφορά τη χρήση της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας στη τάξη για το μάθημα της Φυσικής.

Εν κατακλείδι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι εφαρμογές AR είναι πραγματικά ανεξάντλητες και όταν χρησιμοποιούνται σωστά στον τομέα της εκπαίδευσης έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν ριζικά την εκπαιδευτική και μαθησιακή διαδικασία καθώς και να συμβάλουν στην αποτελεσματικότερη εκμάθηση των ενδιαφερομένων.

Αναφορές

Akcayir, M., Akcayir, G., Pektaş, H. M. & Ocak, M. A. (2016). "Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories". *Computers in Human Behavior,* Vol. 57, 334–342

Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G. (2011). "Special section on mobile augmented reality". *Computers & Graphics,* Vol. 35, No.4, vii-viii

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). "Augmented Reality Trends in Education: A systematic review of research and Applications". *Educational Technology & Society*, Vol. 17, No.4, 133–149

Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). "Adoption and application of mobile learning in the education industry". *Procedia-Social and Behavioral Science's Vol*. 90, 720-729

Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2013). "Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course". *International Journal of Engineering Education,* Vol. 29, No.4, 856-865

Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L. & Lee, C.-M. (2014). "Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum". *Computers & Education,* Vol. 71, 185–197

Chen, P., Liu, X., Cheng, W., Huang, R. (2016). "A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016". *Innovations in Smart Learning*, 13-18

Chen, C. H., Chou, Y. Y., & Huang, C. Y. (2016). "An Augmented-Reality-Based Concept Map to Support Mobile Learning for Science". *The Asia-Pacific Education Researcher,* Vol. 25, No.4, 567–578

Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). "A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016". In *Innovations in Smart Learning*. Springer Singapore, 13-18

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). "Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course". *Computers & Education,* Vol. 68, 586–596

Dunleavy, M., Dede, C. (2014). "Augmented reality teaching and learning". In *Handbook of research on educational communications and technology*. Springer, New York, 735-745

Johnson, L. F., Levine, A., Smith, R. S., & Haywood, K. (2010). "Key emerging technologies for postsecondary education". *Education Digest,* Vol. 76, 34–38

Kearney, M., Schuck, S., Burden, K. & Aubusson, P. (2012). "Viewing mobile learning from a pedagogical perspective". *Research in learning technology,* Vol. 20, No.1, 1-17

Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K. & Panadero, C. F. (2014). "Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom". *Computers & Education,* Vol. 71, 175-184

Lee, K. (2012). "Augmented reality in education and training". *TechTrends,* Vol. 56, No.2, 13–21

Liu, Y., Holden, D., Zheng, D. (2016). "Analyzing students' language learning experience in an augmented reality mobile game: an exploration of an emergent learning environment". *2nd International Conference on Higher Education Advances,* 369 – 374

Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). "Student perceptions of using tablet technology in post-secondary classes". *Canadian Journal of Learning and Technology,* Vol. 39, No.4, 1-16

Martin, F., & Ertzberger, J. (2013). "Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology". *Computers & Education*, Vol. 68, 76–85

Martin, J., Dikkers, S., Squire, K. & Gagnon, D. (2014). "Participatory scaling through augmented reality learning through local games". *TechTrends*, Vol. 58, No.1, 35–41

Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M. & Peire, J. (2011). "New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence". *Computers & Education*, Vol. 57, No.3, 1893–1906

Özdemir, G. & Clark, D. B. (2007). "An overview of conceptual change theories". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 3, No.4, 351-361

Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & Zaranis, N. (2016). "Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: An attempt to improve mathematics competence in early childhood education". *Preschool and Primary Education*, Vol. 4, No.2, 241-253

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Matilla, P., Guetl, C., Petrovic, V.M. & Jovanovic, K. (2016). "Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review". *Computers and Education*, Vol. 95, 309-327

Radu, I. (2012). "Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality". *Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 313–314

Radu, I. (2014). "Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis". *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 18, No.6, 1533-1543

Radu, I., McCarthy, B., Kao, Y. (2016). "Discovering educational augmented reality math applications by prototyping with elementary-school teachers", *Virtual Reality*, 271-272

Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K. & Stamper, S. E. (2012). "I Learning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets". *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, Vol. 12, No.2, 1-26

Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). "Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation". *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 7, No.1, 38–56

Schmidkunz. & Lindemann, H. (1992). "*Das forschend-entwicklende Unterrichtsverfahren".* Magdeburg, Germany: Westarp Wissenschaften

Tarng, W. & Ou, K. L. (2012). "A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning". *Proceedings of the Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference*, 62-66

Τζόρτζογλου, Φ., Σοφός, Α. (2017). Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών και προοπτικές. Ημερομηνία ανάκτησης: 09-07-2018. *https://www.research gate.net/profile/Filippos_Tzortzoglou*

Wasko, C. (2013). "What teachers need to know about augmented reality enhanced learning environments". *TechTrends*, Vol. 57, No.4, 17-21

Wassom, B. (2018). "Defining Terms: What Is Augmented Reality?", accessed 17/07/2018, *http://www.wassom.com/defining-terms-what-is-augmented-reality.html*

Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education". *Computers & Education*, Vol. 62, 41–49

https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2017/7%CE%91484653%CE%A0%CE%A3-8502.pdf. Ημερομηνία ανάκτησης: 31-07-2018.

http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/24aps_erebno_to_fisiko_kosmo.pdf. Ημερομηνία ανάκτησης: 31-07-2018.