ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Sol(ar) system: Η επαυξημένη πραγματικότητα στη διδασκαλία εννοιών αστρονομίας στο μάθημα της Γεωγραφίας

Αναστασία Γεωργίου, Αθηνά Καρατζά, Γεώργιος Ε. Μπαμπασίδης, Αποστολία Γαλάνη

doi: 10.12681/codiste.6841

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 09/12/2025 06:20:04

SOL(AR) SYSTEM: Η ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Αναστασία Γεωργίου[1], Αθηνά Καρατζά[2], Γεώργιος Ε. Μπαμπασίδης,[3] Αποστολία Γαλάνη[4]

[1]Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ [2]Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ [3]Υποψ. Μεταδιδακτορικός ερευνητής ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ, Σύμβουλος Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών [4]Αναπλ. Καθηγήτρια ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ

anastasg@primedu.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να συνεισφέρει στη συζήτηση σχετικά με τη χρήση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (Ε.Π.) για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος δηλαδή ενός ζητήματος Αστρονομίας το οποίο παρουσιάζεται στο Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Γεωγραφίας στο ελληνικό σχολείο. Αναζητήθηκαν σχετικά άρθρα των τελευταίων πέντε ετών που αναφέρονται σε εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας (Ε.Π.) και μελετήθηκαν οι έννοιες που παρουσιάζονται σε αυτά αλλά και ο συνολικότερος αντίκτυπός τους στη διδασκαλία.. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: α) Οι έννοιες οι σχετικές με το ηλιακό σύστημα που προσεγγίζονται εστιάζουν κυρίως στην κίνηση των πλανητών, β) η χρήση της Ε.Π. ενισχύει τα κίνητρα των μαθητ(ρι)ών για εμπλοκή σε ζητήματα Αστρονομίας, και γ) οι εφαρμογές Ε.Π. με θέμα το ηλιακό σύστημα είναι περιορισμένες και υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη και ενσωμάτωσή τους στη διδακτική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: Επαυξημένη Πραγματικότητα, Ηλιακό Σύστημα, Γεωγραφική Εκπαίδευση

SOL(AR) SYSTEM: THE AUGMENTED REALITY IN TEACHING ASTRONOMY OR GEOGRAPHY IN EDUCATION

Anastasia Georgiou[1], Athina Karatza[2], Georgios E. Bampasidis[3], Apostolia Galani[4]

[1]PhD Student NKUA [2]PhD Student NKUA [3]Postdoctoral Researcher NKUA, Education Counselor of Science [4]Associate Professor NKUA

anastasg@primedu.uoa.gr

ABSTRACT

This paper aims to contribute to the discussion regarding the use of Augmented Reality (AR) applications for teaching the solar system, an Astronomy issue presented in the curriculum of the Geography course in Greek schools. Relevant articles from the last five years that refer to Augmented Reality (AR) applications were sought, and studying the concepts presented in them, as well as their overall impact on teaching. The results showed that: a) Concepts related to the solar system approached mainly focus on the movement of planets, b) the use of AR enhances students' motivation for engaging with Astronomy issues, and c) AR applications on the solar system are limited, indicating a need for further development and integration of AR into the teaching process.

Keywords: Augmented Reality, Solar System, Geographical Education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διδασκαλία των θεμάτων Αστρονομίας στο σύγχρονο ελληνικό σχολείο γίνεται κατ' εξοχήν μέσα από το μάθημα της Γεωγραφίας στο Δημοτικό και της Γεωλογίας - Γεωγραφίας στο Γυμνάσιο. Η μελέτη μας στα νέα ΠΣ 2023 και η αντιπαραβολή τους με τα ΠΣ του 2003 έδειξε ότι δεν υπάρχει κάποιος εμπλουτισμός στην ύλη της αστονομίας αλλά απλή μεταφορά των στόχων της αστρονομίας από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο. Μέσα από την έρευνα επίσης προκύπτει (Ντρενογιάννη κ.ά., 2021) πως η πολυθεματική φύση της Αστρονομίας καθιστά αναγκαία τη χρήση της τεχνολογίας ώστε να εισαχθούν νέες έννοιες στη Γεωγραφία από την Τηλεπισκόπηση (Bampasidis et al., 2021). Τα τελευταία χρόνια, με τη χρήση των έξυπνων συσκευών, έχει έρθει στο προσκήνιο του ερευνητικού ενδιαφέροντος η ένταξη της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Ε.Π.) στην εκπαιδευτική διαδικασία (Kamińska et al., 2023). Η Ε.Π. αποτελεί μια τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε τη δεκαετία του 1990, όταν ο Tom Caudell της εταιρίας κατασκευής αεροσκαφών Boeing χρησιμοποίησε τον όρο για να περιγράψει ένα ψηφιακό σύστημα απεικόνισης (Thomas et al., 1992). Σύμφωνα με τον Azuma (1997), με την Ε.Π. γίνεται μια υπέρθεση δηλαδή μια ταυτόχρονη συνύπαρξη των εικονικών πληροφοριών με τα στοιχεία του πραγματικού περιβάλλοντος. Μέσω αυτής της υπέρθεσης, αφηρημένες και σύνθετες χωρικές έννοιες όπως οι τρεις διαστάσεις στο χώρο οπτικοποιούνται (Arvanitis et al., 2009) με την χρήση τρισδιάστατων γραφικών (Özeren et al., 2023) και δυσνόητες έννοιες όπως η εσωτερική δομή των ουράνιων σωμάτων γίνονται ευκολότερα αντιληπτές (Ντρενογιάννη κ.ά., 2021). Επίσης, δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά (Lampropoulos et al., 2022) και να βιώσουν εμπειρίες που θα ήταν δύσκολο ή αδύνατον να βιώσουν στον πραγματικό κόσμο (Klopfer, 2008). Η διαδραστική και εμβυθιστική φύση της Ε.Π. (Akçayır, 2017) ενισχύει την εννοιολογική κατανόηση από τους μαθητές (Gumilar, 2023) καθιστώντας την μια καλή πρακτική στη διδασκαλία γενικά, αλλά και στη διδασκαλία της Αστρονομίας ειδικότερα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ/ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Παρόλο που έχουν υπάρξει αρκετές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις για τη χρήση της Ε.Π. στην εκπαίδευση, υπάρχει μικρός αριθμός ερευνών για την εφαρμογή της Ε.Π. στη διδασκαλία ζητημάτων Αστρονομίας. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η συλλογή και η μελέτη των εφαρμογών Ε.Π. που έχουν υλοποιηθεί για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος στην Εκπαίδευση στο πλαίσιο τους μαθήματος της Αστρονομίας είτε ως αυτόνομο μάθημα (στο εξωτερικό) είτε ενσωματωμένη στο μάθημα της Γεωγραφίας όπως γίνεται στην Ελλάδα.

Προκειμένου να καλυφθεί ο παραπάνω στόχος, τέθηκαν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

[1] Ποιες βαθμίδες υποστηρίζουν οι εφαρμογές που αναφέρονται στην χρήση Ε.Π. για τη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος στην Αστρονομία ή στη Γεωγραφία;

[2] Ποιον δείκτη πρόσβασης χρησιμοποιούν οι εφαρμογές Ε.Π.;

[3] Ποια/ες έννοια/ες που σχετίζονται με το ηλιακό σύστημα πραγματεύονται οι εφαρμογές Ε.Π.;

[4] Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα της κάθε εφαρμογής με τη χρήση της Ε.Π.;

Για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε η αναζήτηση άρθρων στις βάσεις δεδομένων Scopus, ERIC και Google Scholar. Επιλέξαμε αυτές τις συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων επειδή περιλαμβάνουν πλούσιο όγκο βιβλιογραφικών πηγών από αξιόπιστες πηγές. Η αναζήτηση έγινε με τις λέξεις κλειδιά ("Augmented Reality" OR "Επαυξημένη Πραγματικότητα") AND ("Application" OR "Εφαρμογή") AND ("Education" OR "Εκπαίδευση") AND ("Astronomy" OR "Αστρονομία" OR "Geography" OR "Γεωγραφία") AND ("Solar

System" OR "Ηλιακό Σύστημα") και επιλέχθηκαν τα άρθρα που δημοσιεύτηκαν κατά την τελευταία πενταετία προκειμένου να είναι πρόσφατες έρευνες και να αντανακλούν την τρέχουσα κατάσταση του ερευνητικού πεδίου. Η ταξινόμηση των άρθρων έγινε με βάση τον τρόπο που ενεργοποιείται η εφαρμογή της Ε.Π. (Aggarwal et al., 2019):

- Χωρίς δείκτη (Marker less): Η επαύξηση στην πραγματικότητα δεν βασίζεται σε οπτικούς δείκτες (markers) αλλά στο περιβάλλον του χρήστη, όπως η τοποθεσία του (location-based) (Cheng et al., 2013).
- Βασισμένο σε δείκτη (Marker based): Η επαύξηση στην πραγματικότητα βασίζεται σε οπτικούς δείκτες όπως είναι τα QR Codes.

Η κατηγοριοποίηση των άρθρων με βάση τη διάκριση μεταξύ ενεργοποίησης της Ε.Π. βασισμένης σε δείκτες (Marker based) και χωρίς δείκτες (Marker less) είναι σημαντική για τους ερευνητές, διότι παρέχει μια πιο συνεκτική εικόνα των διαφορετικών προσεγγίσεων και τεχνικών που χρησιμοποιούνται στον τομέα της Ε.Π.. Επιπλέον, τους επιτρέπει να κατανοήσουν και να αξιολογήσουν πιο αποτελεσματικά τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις σχετικές έρευνες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΕΕ1: Ποιες βαθμίδες υποστηρίζουν οι εφαρμογές που αναφέρονται στην χρήση Ε.Π. για τη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος στην Αστρονομία ή στη Γεωγραφία;

Από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίστηκαν μόνο εννέα άρθρα που πληρούσαν τα κριτήρια της αναζήτησης. Η επισκόπηση των άρθρων που τηρούσαν τα κριτήρια της αναζήτησής μας παρουσιάζεται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1. Εφαρμογές Ε.Π. στο μάθημα της Αστρονομίας ή της Γεωγραφίας.

Εφαρμογή/ές	**Επιστημονική έννοια**	**Είδος Ε.Π**	**Ερευνητής/ές, Έτος**
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση			
"R-WOSARLS"	Αστερισμοί (Παρατήρηση)	Χωρίς δείκτη	Tian, 2019
"Planetarium"	Σχετική θέση πλανητών	Χωρίς δείκτη	Cercel, 2021
"Visualization of Solar System with AR and VR with A-frame"	Κλίση άξονα, Περιήλιο, Αφήλιο, Περιστροφή, Απόσταση πλανητών, εκκεντρότητα τροχιάς	Με δείκτη	Siqueira, 2019
"Space alphabet" LiCo.SolarSystem	Ουράνια σώματα	Με δείκτη	Midak, 2020
"Cosmos Planet Go"	Κίνηση πλανητών	Με δείκτη	Chen, 2022
"Earth as Celestial body" "Our Solar System"	Περιστροφή – Περιφορά - Ατμόσφαιρα της Γης	Με δείκτη	Volioti, 2022
Δευτεροβάθμια εκπαίδευση			
"Solar System and Eclipses"	Ηλιακό σύστημα, Έκλειψη	Με δείκτη	Baba, 2022
Χωρίς όνομα.	Κίνηση Πλανητών, Περιστροφή – Περιφορά της Γης και του Φεγγαριού, Νόμος του Κέπλερ	Με δείκτη	Herfana, 2019
"The Eye of the Cyclone - The Earth-Moon System"	Βαρύτητα	Με δείκτη	Lindner, 2019

Αν η ταξινόμηση των εφαρμογών γίνει ανάλογα με τη βαθμίδα της εκπαίδευσης προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Από τα εννέα άρθρα, έξι απευθύνονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, και πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές R-WOSARLS, Planetarium, Visualization of Solar System with AR and VR with A-frame, Space alphabet, Cosmos Planet Go και Earth as Celestial body Our Solar System. Αντίθετα, μόνο τρια άρθρα αφορούν τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: οι εφαρμογές Solar System and Eclipses, χωρίς όνομα, και The Eye of the Cyclone - The Earth-Moon System.

ΕΕ2: Ποιον δείκτη πρόσβασης χρησιμοποιούν οι εφαρμογές Ε.Π.;

Ως προς το είδος Ε.Π. που χρησιμοποιήθηκε για την αναπαραγωγή του περιεχομένου και τη βαθμίδα εκπαίδευσης το αποτέλεσμα διαμορφώνεται ως εξής:

Ανάμεσα στις εννέα εφαρμογές επτά χρησιμοποιούν οπτικούς δείκτες (marker based) για την επαύξηση της πραγματικότητας και από αυτές τις επτά τέσσερις εφαρμογές αναφέρονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Visualization of Solar System with AR and VR with A-frame, Space alphabet, Cosmos Planet Go και Earth as Celestial body Our Solar System) και τρεις εφαρμογές στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Solar System and Eclipses, The Eye of the Cyclone - The Earth-Moon System και μια εφαρμογή που δεν αναφέρεται το όνομά της). Οι υπόλοιπες δύο εφαρμογές (R-WOSARLS, Planetarium) που αναφέρονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι χωρίς δείκτη, δηλαδή η επαύξηση βασίζεται σε τεχνικές όπως είναι η ανίχνευση της τοποθεσίας του χρήστη.

ΕΕ3: Ποια/ες έννοια/ες που σχετίζονται με το ηλιακό σύστημα πραγματεύονται οι εφαρμογές Ε.Π.;

Ως προς τις επιστημονικές έννοιες που πραγματεύονται σε συσχετισμό με τη βαθμίδα εκπαίδευσης, αναδεικνύονται τα ακόλουθα στοιχεία:

Πίνακας 2. Έννοιες που σχετίζονται με το ηλιακό σύστημα

Θέμα	**Βαθμίδα**	**Αριθμός εφαρμογών**
• Κίνηση των πλανητών:	Α/βάθμια	2
	Β/βάθμια	1
• Θέσεις και αποστάσεις των πλανητών	Α/βάθμια	2
	Β/βάθμια	2
• Ουράνια σώματα:	Α/βάθμια	2
	Β/βάθμια	0

ΕΕ4: Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα της κάθε εφαρμογής με τη χρήση της Ε.Π.;

Αναλύοντας τις εφαρμογές ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα της χρήσης της τεχνολογίας, παρατηρούμε ευεργετικά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία βοήθησε στην καλύτερη και ευκολότερη

κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, η χρήση της τεχνολογίας ενίσχυσε τα κίνητρα και την εμπειρία των μαθητών.

Πίνακας 3. Μαθησιακά αποτελέσματα Εφαρμογών Ε.Π. στο μάθημα της Αστρονομίας ή της Γεωγραφίας.

Εφαρμογή/ές	**Μαθησιακό αποτέλεσμα**	**Ερευνητής/ές, Έτος**
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση	
"R-WOSARLS"	Ενίσχυσε τα κίνητρα των μαθητών για την εποχική παρατήρηση των αστερισμών	Tian, 2019
"Planetarium"	Ευκολότερη η κατανόηση της σχετικής θέσης των πλανητών.	Cercel, 2021
"Visualization of Solar System with AR and VR with A-frame"	Ευκολότερη η κατανόηση των νόμων του Κέπλερ.	Siqueira, 2019
"Space alphabet" LiCo.SolarSystem	Ενίσχυσε την περιέργεια, τα κίνητρα και την χωρική σκέψη των μαθητών.	Midak, 2020
"Cosmos Planet Go"	Ενίσχυσε τα κίνητρα και την εμπειρία των μαθητών για την κίνηση των πλανητών.	Chen, 2022
"Earth as Celestial body" "Our Solar System"	Ενίσχυσε την εμπειρία των μαθητών.	Volioti, 2022
	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	
"Solar System and Eclipses"	Ενίσχυσε την ικανοποίηση των μαθητών.	Baba, 2022
Χωρίς όνομα.	Ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία.	Herfana, 2019
"The Eye of the Cyclone - The Earth-Moon System"	Ενίσχυσε τις δεξιότητες των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων.	Lindner, 2019

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρόλο που η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της Ε.Π. είναι ταχύτατη και σχετικές εφαρμογές δημιουργούνται συνεχώς σε άλλους τομείς πέραν της εκπαίδευσης (Ercan, 2020), φαίνεται να υπάρχει ένα επιστημονικό κενό στην ανάπτυξη εφαρμογών Ε.Π. οι οποίες μελετούν έννοιες που άπτονται του Ηλιακού Συστήματος, στο πλαίσιο των μαθημάτων της Αστρονομίας ή της Γεωγραφίας και στις δύο βαθμίδες της εκπαίδευσης (Kasinathan et al., 2018).

Από την έρευνα προκύπτει ότι οι εφαρμογές Ε.Π. που σχετίζονται με τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος στην Αστρονομία ή στη Γεωγραφία είναι περιορισμένες σε αριθμό. Η πλειονότητα των εφαρμογών αυτών επικεντρώνονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση έναντι της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν έναν οπτικό δείκτη, όπως εικόνα, αντί για το περιβάλλον του χρήστη. Οι έννοιες που προσεγγίζονται μέσω των συγκεκριμένων εφαρμογών είναι περισσότερο σχετικές με τις κινήσεις των πλανητών, τις θέσεις και τις αποστάσεις τους, και τα ουράνια σώματα, παρά με άλλες πτυχές του ηλιακού συστήματος όπως η γεωλογία των πλανητών ή οι δορυφόροι. Τέλος, οι έρευνες που βασίζονται σε αυτές τις εφαρμογές επικεντρώνονται στη βελτίωση της εμπειρίας των μαθητών.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν διερευνήθηκε η συνεισφορά των εφαρμογών Ε.Π. στην αναδόμηση πιθανών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών σχετικά με το ηλιακό σύστημα (Χαλκιά, 2006) ή στη δημιουργία παρανοήσεων, δεδομένου ότι εφαρμογές για έξυπνες συσκευές μπορούν να αξιοποιηθούν προς αυτήν την κατεύθυνση (Bampasidis et al., 2022; Μπαμπασίδης, 2019).

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι αν και υπάρχουν εφαρμογές που αφορούν το Ηλιακό Σύστημα, στο πλαίσιο των μαθημάτων της Αστρονομίας ή της Γεωγραφίας, υπάρχει ακόμα μεγάλο δυναμικό για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών. Ως πιθανές μελλοντικές εργασίες, προτείνεται η εξέταση της σύνδεσης των έννοιων που διδάσκονται στη γεωγραφία με αντίστοιχες έννοιες της πλανητικής αστρονομίας. Η σύνδεση των εννοιών που διδάσκονται στη γεωγραφία, όπως η υδρόσφαιρα, η γεώσφαιρα, η ατμόσφαιρα και η λιθόσφαιρα, με αντίστοιχες έννοιες της πλανητικής αστρονομίας μπορεί να δώσει στους μαθητές μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση του συστήματος του κόσμου στο οποίο ζούμε και μπορεί να βοηθήσει στην ενίσχυση της μάθησης μέσω της διαδραστικότητας και της αναγνώρισης των συνδέσεων μεταξύ των διαφορετικών φαινομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Μπαμπασίδης, Γ. (2019). *Ψηφιακά παιχνίδια σε συσκευές κινητής τεχνολογίας και κίνδυνοι δημιουργίας επιστημονικών παρανοήσεων: Παραδείγματα από την Αεροδιαστημική Επιστήμη και την Τεχνολογία*, Αστρολάβος, 32, pp. 105-126. ISSN 1106-2878.

Ντρενογιάννη, Ε., & Ζέρβα, Ε. (2021). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στη διδασκαλία: Η περίπτωση του Ηλιακού Συστήματος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *14*, 19-36.

Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική γνώση στη σχολική γνώση*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. σελ. 588

Aggarwal, R., & Singhal, A. (2019). Augmented Reality and its effect on our life. In *2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)* (pp. 510-515). IEEE.

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, *20*, 1-11.

Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., & Gialouri, E. (2009). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and ubiquitous computing*, *13*, 243-250.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, *6*(4), 355-385.

Baba, A., Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2022). Investigation of the Effectiveness of Augmented Reality and Modeling-Based Teaching in" Solar System and Eclipses" Unit. *International Journal of Contemporary Educational Research*, *9*(2), 283-298.

Bampasidis, G., Galani, A., Parcharidis, I., Lambrinos, N., Skordoulis, C. (2021). *Spaceborne teaching resources: Critical evaluation of Remote Sensing software packages for upper primary and secondary education*, 12th Pan-hellenic and International Conference ETPE, Florina (Virtual), Greece, 14-16 May 2021, ISBN 9786188318656.

Bampasidis, G., Galani, A., & Skordoulis, C. (2022). Astronomy and Space-Themed Mobile Games: Tools to Support Science Education or Learning Barriers due to the Misconceptions They Generate?, In *Handbook of Research on Acquiring 21st Century Literacy Skills Through Game-Based Learning (C.A., Lane, ed.)*, IGI Global., ISBN13: 9781799872719, https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7271-9.ch033

Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: a review. *Medical reference services quarterly*, *31*(2), 212-218.

Cercel, I., & Iftene, A. (2021). Planetarium-An Augmented Reality Application. In *Proceedings of the Conference on Mathematical Foundations of Informatics MFOI* (pp. 62-77).

Chen, C. C., Chen, H. R., & Wang, T. Y. (2022). Creative situated augmented reality learning for astronomy curricula. *Educational Technology & Society*, *25*(2), 148-162.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of science education and technology*, *22*, 449-462.

Gumilar, T., Uulaa, R. F. R., & Chen, S. (2023). Exploring augmented reality on astronomy education: Conceptual knowledge, motivation, and learning attitude. In *Proceedings of International Conference on Education* (Vol. 1, No. 1).

Ercan, F. (2020). An examination on the use of immersive reality technologies in the travel and tourism industry. *Business & Management Studies: An International Journal*, *8*(2), 2348-2383.

Herfana, P., Nasir, M., & Prastowo, R. (2019). Augmented reality applied in astronomy Subject. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.

Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., Raposo, R., Vairinhos, M., Pereira, E., & Anbarjafari, G. (2023). Augmented reality: Current and new trends in education. *Electronics*, *12*(16), 3531.

Kasinathan, V., Mustapha, A., Hasibuan, M. A., & Abidin, A. Z. Z. (2018). First Discovery: Augmented Reality for learning solar systems. *International Journal of Integrated Engineering*, *10*(6).

Klopfer, E. (2008). *Augmented learning: Research and design of mobile educational games*. MIT press.

Johnson, L. F., Levine, A., Smith, R. S., & Haywood, K. (2010). Key emerging technologies for elementary and secondary education. *The Education Digest*, *76*(1), 36.

Klopfer, E., & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New directions for youth development*, *2010*(128), 85-94.

Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, *12*(13), 6809.

Lindner, C., Rienow, A., & Jürgens, C. (2019). Augmented Reality applications as digital experiments for education–An example in the Earth-Moon System. *Acta Astronautica*, *161*, 66-74.

Midak, L. Y., Kravets, I. V., Kuzyshyn, O. V., Berladyniuk, K. V., Buzhdyhan, K. V., Baziuk, L. V., & Uchitel, A. D. (2020). Augmented reality in process of studying astronomic concepts in primary school. *CEUR Workshop Proceedings*.

Özeren, S., & Top, E. (2023). The effects of Augmented Reality applications on the academic achievement and motivation of secondary school students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, *11*(1), 25-40.

Siqueira, P. H. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality Web Environment to Visualizing the Planets of The Solar System. *To Physics Journal*, *3*, 167-185.

Tian, K., Urata, M., Endo, M., Mouri, K., Yasuda, T., & Kato, J. (2019). Real-world oriented smartphone AR supported learning system based on planetarium contents for seasonal constellation observation. *Applied Sciences*, *9*(17), 3508.

Thomas, P. C., & David, W. M. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences* (Vol. 2, pp. 659-669). ACM SIGCHI Bulletin.

Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Kazlaris, G. C., Rizikianos, G., & Kitras, C. (2022). Augmented Reality Applications for Learning Geography in Primary Education. *Applied System Innovation*, *5*(6), 111.