



**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“Διαθεματική Προσέγγιση του Ηλιακού Συστήματος με Ψηφιακές
και Ρομποτικές Διατάξεις”**

Αικατερίνη Α. Σπανού

Επιβλέπουσα: Σμυρναίου Ζαχαρούλα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ

Σεπτέμβρης, 2021

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Διαθεματική Προσέγγιση του Ηλιακού Συστήματος με Ψηφιακές και Ρομποτικές Διατάξεις”

Αικατερίνη Α. Σπανού

A.M.: msc-ditrep19025

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: **Σμυρναίου Ζαχαρούλα**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Αθηνών και Αντιπρόεδρος στο ΙΤΥΕ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: **Καρκαζής Παναγιώτης**, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Δρ. Τζελέπη Μαρία

Σεπτέμβρης, 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Τίτλος εργασίας

“Διαθεματική Προσέγγιση του Ηλιακού Συστήματος με Ψηφιακές και Ρομποτικές Διατάξεις.”

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	Ζαχαρούλα Σμυρναίου	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Αθηνών και Αντιπρόεδρος στο ΙΤΥΕ	
	Καρκαζής Παναγιώτης	Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής	
	Τζελέπη Μαρία	Διδάκτωρ	

[1] ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Σπανού Αικατερίνη του Αντωνίου, με αριθμό μητρώου msc-ditrep19025 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη” του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Η Δηλούσα



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα
(Υπογραφή)

**** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του I.A. (σελ. 6):***

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει τα αποτελέσματα της χρήσης ψηφιακών εργαλείων (digital tools) και ρομποτικών διατάξεων (robotic devices) στην ενίσχυση της κριτικής σκέψης (critical thinking) και των κινήτρων για μάθηση (motivation for learning), κατά την εκπαιδευτική πρακτική των φυσικών επιστημών (Φ.Ε) στο λύκειο. Πιο συγκεκριμένα, στη διαθεματική προσέγγιση (interdisciplinary approach) του ηλιακού συστήματος (Solar System) εξετάστηκαν α) οι παρανοήσεις (misconceptions) των μαθητών σχετικά με τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα, β) οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νοημάτων και γ) ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών (digital technologies) (εκπαιδευτικών λογισμικών και προσομοιώσεων) (educational software and simulations) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής (Educational Robotics) στην αναδόμηση των παρανοήσεων (reconstruction of misconceptions) των μαθητών για το ηλιακό σύστημα και τη σωστή οικοδόμηση εννοιών του μακρόκοσμου.

Με βάση αυτούς τους άξονες και το μέγεθος του ερευνητικού υποκειμένου επιλέχθηκε η μεθοδολογία έρευνας της μελέτης περίπτωσης (Case Study) προκειμένου να διερευνηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν σε αυτή. Στην ποιοτική αυτή έρευνα συμμετείχαν 10 μαθητές της Β' Λυκείου. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από συνεντεύξεις και φύλλα εργασίας, που συμπλήρωσαν οι μαθητές στη διάρκεια της έρευνας, καθώς και από τα δομήματα που έφτιαξαν οι μαθητές κατά τη ερευνητική διαδικασία. Στο τέλος της έρευνας παραθέτονται οι περιορισμοί της έρευνας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων, τα οποία κρίνονται ικανοποιητικά, ενώ η πλειοψηφία των συμμετεχόντων συμφώνησε ότι η χρήση των προσομοιώσεων και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον και οπτικοποιούν καταστάσεις και γεγονότα, που είναι αδύνατο να αναπαρασταθούν με άλλο τρόπο.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Αστρονομία - Αστροφυσική

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: εκπαιδευτική ρομποτική, ψηφιακές τεχνολογίες, οικοδόμηση εννοιών για το μακρόκοσμο, μελέτης περίπτωσης (Case Study), Αστρονομία - Αστροφυσική.

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effects of the use of digital tools and robotic devices, in enhancing critical thinking and motivation for learning, in educational practice of natural sciences in high school. More specifically, in the interdisciplinary approach of the solar system were examined a) the misconceptions of students about the celestial bodies that exist in our solar system, b) the factors that affect the creation of meanings and c) the role of digital technologies (educational software and simulations) and educational robotics in the reconstruction of students' misconceptions about the solar system and the correct construction of concepts of the macrocosm.

Based on these axes and the size of the research subject, we chosen the methodology of the case study in order to investigate the research questions asked in it. 10 students of the 2nd class of high school participated in this qualitative research. The data were collected through interviews and worksheets, completed by the students during the research and from the structures created by the students during the research process. At the end of the research are listed the limitations of the research and the results obtained from the analysis of the data, which are considered satisfactory, while the majority of participants agreed that the use of simulations and educational robotics in science teaching make the course more interesting and visualize situations and events that are impossible to represent in any other way.

TOPIC AREA: Astronomy - Astrophysics

KEY WORDS: educational robotics, digital technologies, building concepts for the macrocosm, Case Study, Astronomy - Astrophysics.

«Η διδασκαλία είναι κάτι περισσότερο από το να διανέμεις τη γνώση, είναι να εμπνέεις την αλλαγή.
Η μάθηση είναι κάτι περισσότερο από το να αποστηθίζεις δεδομένα, είναι να φτάνεις στην κατανόηση».

William Arthur Ward

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, «Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη», της κατεύθυνσης «Ειδική Διδακτική Φυσικών Επιστημών», των Τμημάτων Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠΑΔΑ), Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ) και Παιδαγωγικού Τμήματος της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ), υπό την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας του Τομέα Παιδαγωγικής, του Τμήματος Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Σμυρναίου Ζαχαρούλας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Σμυρναίου Ζαχαρούλα για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε, αλλά και για την άριστη συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους διδάσκοντες του τμήματος και όλους τους συναδέλφους - συμφοιτητές μου που συνέβαλαν με τα σχόλια, την κριτική και τις γνώσεις τους στη δική μου γνωστική εξέλιξη και έθεσαν τα θεμέλια για την δημιουργία της έρευνας αυτής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Υποψήφια Διδάκτωρ Παιδαγωγικού Τμήματος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της Φιλοσοφικής Σχολής του ΕΚΠΑ και Μαθηματικό στο Πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής, Αργύρη Παναγιώτα για την πολύτιμη βοήθειά της στα πλαίσια της εκπόνησης της πρακτικής μου άσκησης και της έρευνας, καθώς και τους μαθητές του σχολείου, που με τα σχόλια, τις παρατηρήσεις τους και τις ιδέες τους συνέβαλαν με τη σειρά τους στη βελτίωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους γονείς μου για την αδιάκοπη ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν σε αυτή την προσπάθεια. Χωρίς τη δική τους ενθάρρυνση, η παρούσα εργασία δε θα ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	11
<u>1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</u>	14
<u>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	14
<u>1.1.1 Θεωρίες Μάθησης</u>	16
<u>1.1.2 Μοντέλα και Μοντελοποίηση</u>	24
<u>1.1.3 Προσομοιώσεις</u>	25
<u>1.1.4 Εκπαιδευτική Ρομποτική</u>	27
<u>2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	31
<u>2.1 Ερευνητικό Θέμα- Αναγκαιότητα Έρευνας</u>	31
<u>2.2 Σκοπός της έρευνας</u>	33
<u>2.3 Ερευνητικά Ερωτήματα</u>	33
<u>2.4 Μεθοδολογία Έρευνας</u>	34
<u>2.4.1 Είδος Έρευνας</u>	34
<u>2.4.2 Μελέτη Περίπτωσης</u>	34
<u>2.5 Οι καινοτομίες της διδακτικής παρέμβασης</u>	36
<u>2.6 το πλαίσιο και οι συνθήκες της έρευνας</u>	37
<u>2.6.1 Ο χώρος και ο χρόνος της έρευνας</u>	37
<u>2.6.2 Το δείγμα και ο ερευνητής</u>	37
<u>2.6.3 Απαιτούμενα υλικά και εργαλεία</u>	38
<u>2.6.4 Πορεία και φάσεις της έρευνας</u>	38
<u>2.6.5 Περιγραφή εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων</u>	40
<u>2.6.6 Οργάνωση και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης της έρευνας</u>	43
<u>2.6.7 Μέσα συλλογής δεδομένων της έρευνας</u>	45
<u>2.7 Ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν</u>	49
<u>2.7.1 Ψηφιακό παιχνίδι choico</u>	49
<u>2.7.2 Λογισμικό προσομοιώσεων Universe Sandbox²</u>	51
<u>2.7.3 Πλατφόρμα Arduino Uno</u>	52
<u>2.8 Πρόσθετη παιδαγωγική αξία των ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων</u>	54

3. <u>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	55
3.1 <u>Πλαίσιο ανάλυσης</u>	55
3.2 <u>Κατηγορίες ανάλυσης</u>	56
3.3 <u>Ανάλυση δεδομένων της έρευνας</u>	57
3.3.1 <u>Αξιοποίηση λογισμικών προγραμμάτων για ποιοτική έρευνα</u>	57
3.3.2 <u>Φάση Α' –pre-test</u>	58
3.3.3 <u>Φάση Β' – 1^ο Φύλλο Εργασίας</u>	65
3.3.4 <u>Φάση Β' – 2^ο Φύλλο Εργασίας</u>	71
3.3.5 <u>Φάση Β' – 3^ο Φύλλο Εργασίας</u>	82
3.3.6 <u>Φάση Γ' - 4^ο Φύλλο Εργασίας</u>	96
3.3.7 <u>Φάση Δ' – Ψηφιακό Παιχνίδι</u>	105
3.3.8 <u>Φάση Ε' – Κατασκευή Ρομποτικής Διάταξης</u>	109
4. <u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ</u>	124
5. <u>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ</u>	125
6. <u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	127
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	132
<u>ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ</u>	154
<u>ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ</u>	155

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά τη θερινή περίοδο του Ακαδημαϊκού Έτους 2020 – 2021, στα πλαίσια του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη” των τμημάτων Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, της Φιλοσοφικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, και του Παιδαγωγικού Τμήματος της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης. Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη της κα. Ζαχαρούλας Σμυρναίου, Αναπληρώτριας Καθηγήτριας του Τομέα Παιδαγωγικής, του Τμήματος Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, με συνεξεταστές τον κ. Παναγιώτη Καρκαζή, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και την Δρ. Μαρία Τζελέπη.

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί ο έλεγχος των αποτελεσμάτων της χρήσης ψηφιακών εργαλείων και ρομποτικών διατάξεων κατά την εκπαιδευτική πρακτική των Φυσικών Επιστημών στο Λύκειο και συγκεκριμένα στον τομέα της Αστροφυσικής και της Αστρονομίας. Η κατανόηση και η εξήγηση ποικίλων αστρονομικών φαινομένων και η οικοδόμηση εννοιών για το ηλιακό σύστημα αποτελούν μια δύσκολη υπόθεση για πολλούς ανθρώπους, κυρίως όμως για τους μαθητές. Έχοντας παράλληλα υπόψιν μας, την δυσμενή θέση της αστρονομίας στο αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου και ειδικά της Β΄/θμιας εκπαίδευσης, αποφασίσαμε να ασχοληθούμε στην έρευνά μας με τη διδασκαλία της Αστρονομίας - Αστροφυσικής στη βαθμίδα του Λυκείου, χρησιμοποιώντας ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις, οι οποίες ενισχύουν την κριτική σκέψη και την γνωστική ανάπτυξη των παιδιών, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην προώθηση της συνεργασίας, του ομαδικού πνεύματος και της ευγενούς άμιλλας. Τα δεδομένα της έρευνας αυτής συλλέχθηκαν μέσα από συνεντεύξεις, φύλλα εργασίας, pre και post tests, καθώς και από τα δομήματα που κατασκευάστηκαν από μαθητές της Β΄ Λυκείου, στα πλαίσια της πρακτικής μου άσκησης, η οποία πραγματοποιήθηκε εξ’ αποστάσεως, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που αντιμετωπίσαμε εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού, στο Πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ζούμε σε μια εποχή που τα πάντα γύρω μας αλλάζουν συνεχώς. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, που έχει οδηγήσει σε μια νέα πραγματικότητα όλους τους τομείς της ζωής μας και της καθημερινότητάς μας. Συνέπεια όλων αυτών είναι η αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος σκέφτεται και ενεργεί. Η εξέλιξη αυτή δεν νοείται να αφήσει ανεπηρέαστη την πρακτική της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία δεν είναι μια διαδικασία απλής μετάδοσης της πληροφορίας από τον εκπαιδευτικό στο μαθητή, αλλά μια δυναμική διαδικασία συνεχούς εξέλιξης, αναστοχασμού και προβληματισμού. Όλο και περισσότερο λοιπόν, παρατηρούμε τη μεγάλη επιρροή που ασκείται στον τομέα της εκπαίδευσης, αφού οι ψηφιακές τεχνολογίες αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής των μαθητών τις τελευταίες δεκαετίες. Κρίνεται επομένως επιτακτική ανάγκη η διδακτική πρακτική να ακολουθήσει μια πορεία δυναμικής και συνεχούς μετεξέλιξης, ώστε να μπορέσει να συμπορευτεί με τις ανάγκες της σύγχρονης πραγματικότητας.

Το παραδοσιακό σχολείο, που βασιζόταν μέχρι τώρα στον εκπαιδευτικό, ο οποίος κατείχε την πληροφορία και τη γνώση και τη μετέδιδε στον μαθητή, αλλάζει. Ο εκπαιδευτικός, ανταποκρινόμενος στις νέες προκλήσεις και τις ανάγκες των σύγχρονων μαθητών, καλείται να αναλάβει ένα νέο ρόλο, μέσα από το σχεδιασμό καινοτόμων διδακτικών δράσεων, με τη χρήση νέων τεχνολογικών εργαλείων και σύγχρονων, διαδραστικών ψηφιακών περιβαλλόντων, επαναπροσδιορίζοντας έτσι τις μεθόδους διδακτικής πρακτικής που χρησιμοποιούσε ως τώρα και εμπλέκοντας ενεργά τους μαθητές του στη μαθησιακή διαδικασία με στόχο την κινητοποίηση του ενδιαφέροντός τους και την οικοδόμηση της γνώσης, μέσα από την έμπρακτη εφαρμογή θεωριών και υποθέσεων.

Έτσι, η διαδικασία της μάθησης δεν θα βασίζεται πλέον στην απλή μετάδοση των γνώσεων και την στείρα ανάγνωση και αποστήθιση του σχολικού εγχειριδίου, τον κλασικό δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας και την αξιολόγηση των μαθητών μέσα από τα γνωστά για χρόνια γραπτά διαγωνίσματα. Το σχολείο, που αποτελεί καθρέφτη της αυριανής κοινωνίας, με τον τρόπο αυτό, ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντα των μαθητών και τους προσφέρει γόνιμο έδαφος να εξασκηθούν στη γλώσσα, τα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, μέσα από καινοτόμες και δημιουργικές δραστηριότητες, που τραβούν την προσοχή τους, τους δίνει ερεθίσματα για μελέτη και περαιτέρω ενασχόληση και γνώσεις μέσα από την ενεργή εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία, τη διατύπωση υποθέσεων και την επίλυση καθημερινών προβλημάτων και τους βοηθάει στην κατανόηση του νέου περιβάλλοντος μέσα στο οποίο καλούνται να ζήσουν. Εξασφαλίζεται με τον τρόπο αυτόν η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και η μάθηση που επιτυγχάνεται είναι ουσιαστική και όχι στείρα και μηχανική.

Σε όλα τα παραπάνω βασίστηκε η παρούσα ερευνητική εργασία, η οποία εστιάζει στη μελέτη της χρήσης ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος. Τα ψηφιακά αυτά τεχνουργήματα μέσα από τις αναπαραστάσεις τους βοηθούν τους μαθητές στη σταδιακή οικοδόμηση εννοιών για το μακρόκοσμο. Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια της έρευνας αυτής, μελετήσαμε τις παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές σχετικά με τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα, τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νοημάτων και ερευνήσαμε την επίδραση που έχουν οι ψηφιακές τεχνολογίες (εκπαιδευτικά λογισμικά και προσομοιώσεις) και η εκπαιδευτική ρομποτική στην αναδόμηση των παρανοήσεων των μαθητών και τη σωστή οικοδόμηση εννοιών για το ηλιακό μας σύστημα (μακρόκοσμος) κατά τη εκπαιδευτική πρακτική της Φυσικής σε πραγματικές συνθήκες τάξης στο πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής, παραθέτοντας στο τέλος τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τους συμμετέχοντες. Το γνωστικό αντικείμενο της μελέτης είναι η

Αστροφυσική – Αστρονομία και αφορά μαθητές της Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου. Η ερευνητική μέθοδος που επιλέχθηκε ως καταλληλότερη για την έρευνα αυτή ήταν η μελέτη περίπτωσης (Case Study). Το λογισμικό προσομοιώσεων που χρησιμοποιήσαμε είναι το Universe Sandbox², το οποίο περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό προσομοιώσεων φαινομένων αποκλειστικά για την Αστροφυσική, αλλά ταυτόχρονα δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει τη δική του προσομοίωση από την αρχή καθορίζοντας ο ίδιος όλα τα χαρακτηριστικά της προσομοίωσης που επιθυμεί.

Η έρευνα αποτελείται από τέσσερα (5) κεφάλαια. Ακολουθεί η αναλυτική τους περιγραφή παρακάτω:

Στο 1^ο Κεφάλαιο (Θεωρητικό Πλαίσιο) περιλαμβάνεται η θεωρητική πλαισίωση της ερευνητικής εργασίας. Οι κύριοι θεωρητικοί πυλώνες της έρευνας είναι οι Θεωρίες Μάθησης (διερευνητική μάθηση (Inquiry Based Learning), σχεδιαστική σκέψη (design thinking), παιγνιώδης μάθηση (gamification), κονστραξιονισμός (Constructionism)) και οι Ψηφιακές Τεχνολογίες (μοντέλα (models) και η Μοντελοποίηση (modelling), η χρήση προσομοιώσεων (Simulations)) και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (Educational Robotics) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο 2^ο Κεφάλαιο (Μεθοδολογία Έρευνας) παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία για την παρούσα έρευνα. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ο σκοπός της έρευνας, τα ερευνητικά ερωτήματα, η ερευνητική μέθοδος που ακολουθήθηκε, οι συνθήκες της έρευνας, τα μέσα συλλογής δεδομένων που επιλέχθηκαν, η πορεία και οι φάσεις της έρευνας, η αναλυτική περιγραφή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, ενώ ακόμα γίνεται και περιγραφή των ψηφιακών τεχνολογιών και των ρομποτικών διατάξεων που χρησιμοποιήθηκαν και της πρόσθετης παιδαγωγικής τους αξίας.

Στο 3^ο Κεφάλαιο (Ανάλυση Δεδομένων και Αποτελέσματα) γίνεται αναφορά τόσο στο πλαίσιο της ανάλυσης, όσο και στις κατηγορίες ανάλυσης των δεδομένων. Οι κατηγορίες ανάλυσης που προέκυψαν, αφορούν την διερεύνηση και το επιστημονικό περιεχόμενο, αλλά και την αλληλεπίδραση των μαθητών με το ψηφιακό παιχνίδι, το λογισμικό προσομοιώσεων και την κατασκευή της δικής τους ρομποτικής διάταξης. Να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήσαμε κατάλληλο πρόγραμμα ποιοτικής ανάλυσης. Τέλος μετά την ανάλυση των δεδομένων της κάθε δραστηριότητας, παρουσιάζονται αναλυτικά και τα παραγόμενα αποτελέσματά της ποιοτικής ανάλυσης τους, τα οποία πλαισιώνονται από γραφήματα και πίνακες.

Στο 4^ο Κεφάλαιο (Συμπεράσματα), αναφέρονται τα διεξαγόμενα, βάσει λεπτομερούς αναλύσεως, συμπεράσματα της έρευνας.

Στο 5^ο Κεφάλαιο (Περιορισμοί της έρευνας), το οποίο αποτελεί τον επίλογο της μεταπτυχιακής εργασίας, αναφέρονται οι περιορισμοί που περιλάμβανε η εν λόγω έρευνα αλλά και κατευθύνσεις που θα μπορούσε να ακολουθήσει ένας ερευνητής για περαιτέρω έρευνα.

Τέλος, ακολουθούν η βιβλιογραφία και το παράρτημα. Στο παράρτημα περιλαμβάνονται τα pre-post tests, τα φύλλα εργασίας και ο οδηγός συνέντευξης για τη συγκεκριμένη έρευνα.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται λεπτομερώς το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο βασίζεται ο σκοπός της έρευνας και τα επί μέρους ερευνητικά ερωτήματά της. Μέσα από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας, επιχειρείται η θεωρητική θεμελίωση της, η οποία συνδέεται με τις προσεγγίσεις της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόζεται σε πραγματικές συνθήκες σχολικής τάξης. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, αξίζει να αναφερθούν και οι εξελίξεις ως προς το αναλυτικό πρόγραμμα διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στο Λύκειο, αφού μέσα από αυτές αντικατοπτρίζονται οι σύγχρονες θεωρητικές τάσεις και τα διάφορα δομήματα πάνω στα οποία έρχεται να προστεθεί η διδακτική παρέμβαση που οδηγεί στη δημιουργία επιστημονικών νοημάτων μέσα από τη χρήση ψηφιακών τεχνουργημάτων και εργαλείων.

Αρχικά, κρίνεται απαραίτητο να γίνει μια σύντομη αναφορά στην επιστήμη της Αστροφυσικής και στην εφαρμογή της στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών στις σχολικές βαθμίδες, καθώς η αστρονομία αποτελεί μια από τις αρχαιότερες επιστήμες που ανέπτυξε ο άνθρωπος και παραμένει στο προσκήνιο του ενδιαφέροντος της ανθρωπότητας, είτε λόγω αναζήτησης βιώσιμων εξωπλανητών, εξωγήινων μορφών ζωής και διαλεύκανσης της απαρχής των πάντων, είτε με σκοπό τη χάραξη ταξιδιωτικής πορείας, τον υπολογισμό των αγροτικών περιόδων, των εποχών και των θρησκευτικών εορτών. Ο άνθρωπος ξεκίνησε την παρατήρηση, την καταγραφή και την διάκριση των ουρανίων σωμάτων από τα αρχαία χρόνια. Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη της τεχνολογίας κατασκευάστηκαν μεγάλης διακριτικής ικανότητας επίγεια και διαστημικά τηλεσκόπια, για τη μελέτη του ηλιακού μας συστήματος και πραγματοποιήθηκαν αρκετές διαστημικές αποστολές για επιτόπου παρατηρήσεις.

Η γνώση της αστρονομίας συνεπώς, δεν σχετίζεται αποκλειστικά και μόνο με το παρελθόν μας, αλλά και με το μέλλον μας. Ήδη, οι ερευνητές του διαστήματος προσανατολίζονται πλέον στην αναζήτηση εξωπλανητών, υποψήφιων για τη δυνατότητά τους να υποστηρίξουν ζωή. Υπό το πρίσμα μιας πιθανής οικολογικής καταστροφής του πλανήτη μας, ερωτήματα για την πορεία της ανθρωπότητας και την πιθανότητα μετανάστευσης σε νέο πλανήτη, γίνονται πιο επίκαιρα από ποτέ. Σε περίπτωση όμως, που κάτι τέτοιο θεωρηθεί αδύνατο, τότε υπερτονίζεται η σημασία που έχει η διατήρηση του οικοσυστήματος του πλανήτη μας, της Γης. Φαίνεται λοιπόν, ότι μέσω της αστρονομίας, μπορούμε να αντλήσουμε τις πολυπόθητες απαντήσεις για τις δράσεις και τις αποφάσεις που θα πρέπει να πάρουμε, για να εξασφαλίσουμε την επιβίωση του είδους μας στο απώτερο μέλλον, να προκαλέσουμε την ηθική μας και να σφυρηλατήσουμε τη μελλοντική μας συμπεριφορά. Ωστόσο, παρά την έως τώρα δημοτικότητα της επιστήμης αυτής και τον βαθμό αξιοποίησής της μέχρι σήμερα, στον τομέα της εκπαίδευσης θα μπορούσαμε να πούμε ότι δεν κατέχει τη θέση που της αξίζει. Ενώ παλαιότερα αποτελούσε απαραίτητο μάθημα για την εισαγωγή στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και διδασκόταν, τόσο στην πρωτοβάθμια, όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, σήμερα έχει αποσυρθεί ως μάθημα επιλογής από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και η μόνη αναφορά σε αυτήν γίνεται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις Ε' και Στ' τάξεις του δημοτικού στα Φυσικά.

Εστιάζοντας ωστόσο στον τομέα της Αστρονομίας, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες (Targan, 1978, Lightman et al., 1987, Ojala, 1992, Hollingworth & McLoughlin, 2001) σε μαθητές, φοιτητές και ενήλικες, οι οποίες παρουσιάζουν τα προβλήματα και τις δυσκολίες που υπάρχουν στην κατανόηση εννοιών που εμπεριέχονται στην αστρονομία, που είναι αποτέλεσμα της αφελούς θεωρίας (Carey, 1988) που έχουν ήδη διαμορφώσει οι μαθητές για τα φαινόμενα αυτά και τις αντίστοιχες έννοιες, πριν την επαφή τους με τη διδασκαλία και οι οποίες βασίζονται στην καθημερινή

τους εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα, το 25% των ενηλίκων πιστεύει ακόμα ότι ο Ήλιος είναι πλανήτης, συγχέοντας τις έννοιες πλανήτης και αστέρι. Κάτι τέτοιο δείχνει ότι οι γνώσεις και οι πληροφορίες που δέχονται οι μαθητές σχετικά με την αστρονομία, δεν εμπλουτίζονται ούτε στα πλαίσια του σχολείου, ούτε και μετά από αυτό και έτσι δημιουργούν παρανοήσεις (misconceptions) (Helm, 1980), εναλλακτικές ιδέες (alternative conceptions) (Gilbert & Watts, 1983), ή συνθετικά μοντέλα (Vosniadou, 2008).

Όσον αφορά στις αντιλήψεις των μαθητών, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να ενταχθούν και να αξιοποιηθούν οι αντιλήψεις τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς ο μαθητής πλέον δε θεωρείται “*tabula rasa*” δηλαδή “λευκό χαρτί”, και για αυτόν τον λόγο πραγματοποιούνται περισσότερες έρευνες που μελετούν τις αντιλήψεις αυτές. Η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών οδήγησε σε μια σειρά ερευνών που σχετίζονται άμεσα με φαινόμενα και έννοιες της αστρονομίας, όπως το σχήμα της Γης, το ηλιακό σύστημα, τον Ήλιο και τους πλανήτες, τη Σελήνη, τα άστρα και τους αστερισμούς, τους γαλαξίες και το σύμπαν που μας περιβάλλει (Cohen & Kagan, 1979, Βοσνιάδου, 1998, Sneider & Ohadi, 1998, Χαλκιά, 2006). Σκοπός των ερευνών αυτών είναι η ανάδειξη και η εξακρίβωση των προβλημάτων και των παρανοήσεων που δημιουργούνται στους μαθητές σχετικά με τα παραπάνω ζητήματα, έτσι ώστε να μπορέσουν να βρεθούν λύσεις για την αντιμετώπιση και την καλύτερη κατανόησή τους. Έτσι, σε έρευνες που έχουν υλοποιηθεί στο χώρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές συχνά αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων Φυσικής που εμπεριέχονται στα σχολικά εγχειρίδια. Για παράδειγμα, έρευνες που είχαν ως αντικείμενό τους στοιχεία της αστρονομίας, έδειξαν ότι οι μαθητές των πρώτων τάξεων του δημοτικού πιστεύουν ότι η Γη είναι επίπεδη και πάνω της βρίσκεται ο ουρανός με τον Ήλιο, το φεγγάρι και τα αστέρια, ενώ ακόμα και σε μεγαλύτερες ηλικίες, που γνωρίζουν ότι η Γη είναι σφαιρική, εξακολουθούν να έχουν δυσκολίες στην κατανόηση της κίνησης του Ήλιου, της Σελήνης, αλλά και της περιστροφής των πλανητών (Βοσνιάδου, Αλεξοπούλου, Αρβανίτη, Ξυράφη & Λεωβάρη, 1997). Οι παραδοσιακές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στα σχολεία στηρίζονται στην απλή μετάδοση των γνώσεων και τη στείρα ανάγνωση του σχολικού εγχειριδίου, που έχουν ως αποτέλεσμα την παθητική απόκτηση γνώσεων από τους μαθητές και τη διατήρηση των εσφαλμένων αντιλήψεων που ήδη έχουν, κρίνονται ανεπαρκείς, καθώς οι μαθητές πρέπει να καθοδηγηθούν συστηματικά σε μια εννοιολογική αλλαγή, μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένα ενεργητικά περιβάλλοντα μάθησης. Οι σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, αναζητούν νέα μέσα και εργαλεία που θα συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων που αναφέρθηκαν και θα προσφέρουν άμεση εποπτεία του αντικείμενου. Ως εργαλείο για τον μετασχηματισμό της αφελούς θεωρίας σε επιστημονική, είχε προταθεί η εισαγωγή των μοντέλων στη διδασκαλία (Krell et al., 2014). Ωστόσο, η χρήση των μοντέλων δεν είναι αποτελεσματική εάν πρώτα δε βοηθήσουμε τα παιδιά να κατανοήσουν το πώς συνδέεται το μοντέλο με το υπό διδασκαλία φαινόμενο, δεδομένου ότι το μοντέλο είναι μια αναλογία με το πραγματικό φαινόμενο και όχι το φαινόμενο καθεαυτό (Harrison & Treagust, 2003). Βασικά χαρακτηριστικά των εργαλείων αυτών είναι η δυνατότητα μεγάλης ελευθερίας κινήσεων και πρωτοβουλιών που παρέχουν στους μαθητές, ενισχύοντας την ενεργή συμμετοχή τους στην απόκτηση των γνώσεων, σύμφωνα με το δικό τους ρυθμό ανάπτυξης. Με τον τρόπο αυτό ο μαθητής συμμετέχει στη μαθησιακή διαδικασία και μαθαίνει πώς να οδηγείται σε συμπεράσματα.

Επιπλέον, σημαντική εξέλιξη των σύγχρονων προσεγγίσεων αποτελεί η επιλογή περιεχομένου, το οποίο επιλέγεται και μετασχηματίζεται για να είναι κατάλληλο για τους μαθητές στους οποίους απευθύνεται. Με βάση τις αρχές της διερευνητικής μάθησης που έχει τις ρίζες της στην εποικοδομητική προσέγγιση της γνώσης και τις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες του Vygotsky, του Πιαζέ και του Φρέιρε, η διδασκαλία

Ξεκινά από την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, συνεχίζει με την τροποποίηση ή την ενίσχυσή τους, την εισαγωγή νέας γνώσης, την εφαρμογή της σε νέες καταστάσεις και ολοκληρώνεται με μεταγνωστικές διαδικασίες (Καριώτογλου et al., 2013), ενώ δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην οικοδόμηση της γνώσης μέσα από δημιουργικές δραστηριότητες. Αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στην εκπαίδευση που τοποθετεί τη μάθηση σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων και διερεύνηση φαινομένων που βασίζονται σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές (Moore et al. 2016). Η γνώση κατασκευάζεται ενεργά από τον μαθητή και δεν μεταδίδεται απευθείας από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή (Akuma et al. 2019), ενώ ο μαθητής μετατρέπεται σε ένα μικρό επιστήμονα που μέσα από τον πειραματισμό, ανακαλύπτει και κατακτά τη γνώση.

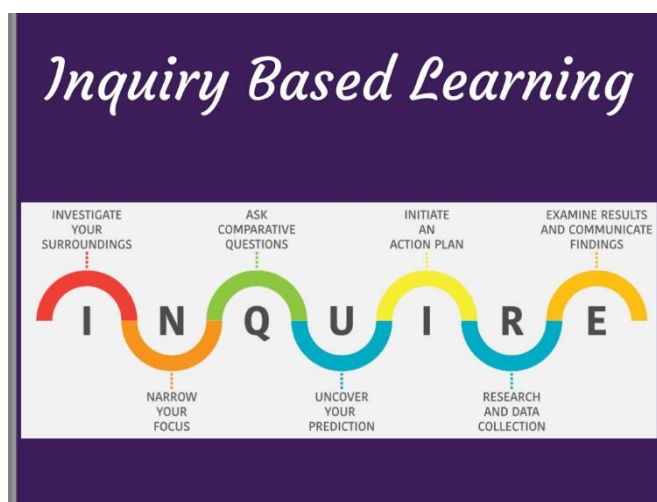
Σε αυτό το πλαίσιο, ο υπολογιστής αποτελεί ένα εργαλείο για να χτίσουμε έναν κόσμο μεταξύ της πειραματικής και της θεωρητικής προσέγγισης (Σμυρναίου, 2010). Σε αυτό συνηγορεί και η ραγδαία εξέλιξη των Ψηφιακών Τεχνολογιών που όχι μόνο επεκτείνεται ως προς τις διαθέσιμες ευκαιρίες μοντελοποίησης για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, αλλά και μεταμορφώνει ολοκληρωτικά τα παραδοσιακά περιβάλλοντα μάθησης (Shen et al., 2014). Παράλληλα, όπως υποστηρίζει ο Papert (1996), οι μαθητές θα πρέπει να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης σύνθετων προβλημάτων μαθηματικών και φυσικής, μέσω του υπολογιστών, ενώ αντίστοιχα η Wing (2006) αναφέρει ότι οι δεξιότητες αυτές μπορούν να βασιστούν στα χαρακτηριστικά προγραμματισμού στους υπολογιστές, αφού συμπληρώνει και συνδυάζει τη μαθηματική σκέψη με έννοιες που έχει ζήσει στην καθημερινή ζωή. Από αυτό το σημείο, ξεκινά και η θεωρητική θεμελίωση της παρούσας έρευνας, στην οποία αναλύονται οι Θεωρίες Μάθησης, στις οποίες βασίστηκε η διδασκαλία μας, διερευνητική μάθηση (Inquiry Based Learning), σχεδιαστική σκέψη (design thinking), παιγνιώδης μάθηση (gamification), κονστραξιονισμός (Constructionism), οι Ψηφιακές Τεχνολογίες (μοντέλα (models) και η Μοντελοποίηση (modelling), η χρήση προσομοιώσεων (Simulations) και η χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (Educational Robotics) στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

1.1.1 Θεωρίες Μάθησης

α) Ανακαλυπτική – Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based Learning) (IBL):

Η έννοια της διερευνητικής - ανακαλυπτικής μεθόδου μάθησης σε καμία περίπτωση δεν είναι καινούρια, έχει μεγάλη ιστορία ως μαθησιακή προσέγγιση (de Jong, 2006). Η προσπάθεια του μαθητή να μαθαίνει μόνος του, αυτόβουλα, κάνοντας χρήση των εσωτερικών του εμπειριών και δυνατοτήτων, ανάγεται στην εποχή του Σωκράτη και του Πλάτωνα. Στην εποχή εκείνη, ο μιν πρώτος αναταράζει τις δημιουργικές δυνάμεις των μαθητών, καθιερώνοντας και εφαρμόζοντας τη λεγόμενη μαιευτική μέθοδο, ενώ ο δεύτερος με τη διαλεκτική του καθορίζει έναν επιστημονικό τρόπο εργασίας στη μάθηση. Ο όρος βέβαια inquiry μπορεί να αναχθεί στα μέσα του 13ου αιώνα μέσα από τη λατινική λέξη *inquire*, που σημαίνει «να αναζητήσουν». Το πνεύμα της αναζήτησης απαντήσεων για τα μυστήρια του σύμπαντος, βασισμένο όχι στις καθορισμένες παραδόσεις ή προκαταλήψεις, αλλά στην παρατήρηση, τον πειραματισμό και την εμπειρική επαλήθευση, αναδύθηκε ιδιαίτερα στην εποχή της Αναγέννησης, κατά την οποία σημαντικές ιστορικές προσωπικότητες (Γαλιλαίος, Da Vinci κ.α) έκαναν διάφορες επιστημονικές ανακαλύψεις. Η φιλοσοφία της διερευνητικής μάθησης έχει τις ρίζες της στην εποικοδομητική θεωρία μάθησης, στο έργο δηλαδή των Πιαζέ, Ντιούι, Βιγκότσκι, και Φρέιρε. Αργότερα, οι ρίζες της διερευνητικής μάθησης βρίσκονται στην αναγνώριση της σημασίας του να έχουν τα παιδιά ενεργό ρόλο στη μάθησή τους, με βάση τα έργα διδασκόντων, όπως ο Homer Lane (1875-1925), ο Dewey (1870- 1952), και ο Montessori (1870- 1952), οι οποίοι βασίστηκαν στις προγενέστερες ιδέες του Rousseau (1712-1778), του Pestalozzi (1746- 1827) και του Froebel (1782-1852). Αυτοί οι εκπαιδευτικοί

ασχολήθηκαν με μια γενική προσέγγιση στην εκπαίδευση, η οποία σεβόταν το ρόλο της περιέργειας των παιδιών, της φαντασίας και της παρότρυνσης να αλληλεπιδράσουν και να ανακαλύψουν τον κόσμο γύρω τους, χωρίς όμως να σχετίζεται συγκεκριμένα με την εκμάθηση της επιστήμης, η οποία σε κάθε περίπτωση δεν συμπεριλαμβανόταν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μέχρι και τον 20^ο αιώνα. Πιο συγκεκριμένα, ο Dewey ήταν αυτός που μίλησε για την διερεύνηση και πίστευε ότι ο δάσκαλος δεν πρέπει απλά να διαβιβάζει πληροφορίες που θα απορροφηθούν παθητικά από τους μαθητές, αλλά αντίθετα, οι μαθητές πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης και να δοθεί ένας βαθμός ελέγχου πάνω στο τι αυτοί μαθαίνουν (Friesen & Scott, 2013), ενώ ακόμα πίστευε ότι τα προβλήματα με τα οποία ασχολούνται οι μαθητές στο σχολείο πρέπει να σχετίζονται με τις εμπειρίες τους, και να είναι εντός των νοητικών τους ικανοτήτων, με σκοπό να παίρνουν περισσότερες πρωτοβουλίες για την αναζήτηση της γνώσης (Barrow, 2006). Τέλος, θεωρούσε ότι δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα γεγονότα και όχι τόσο σημασία όση θα έπρεπε στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονταν οι μαθητές.

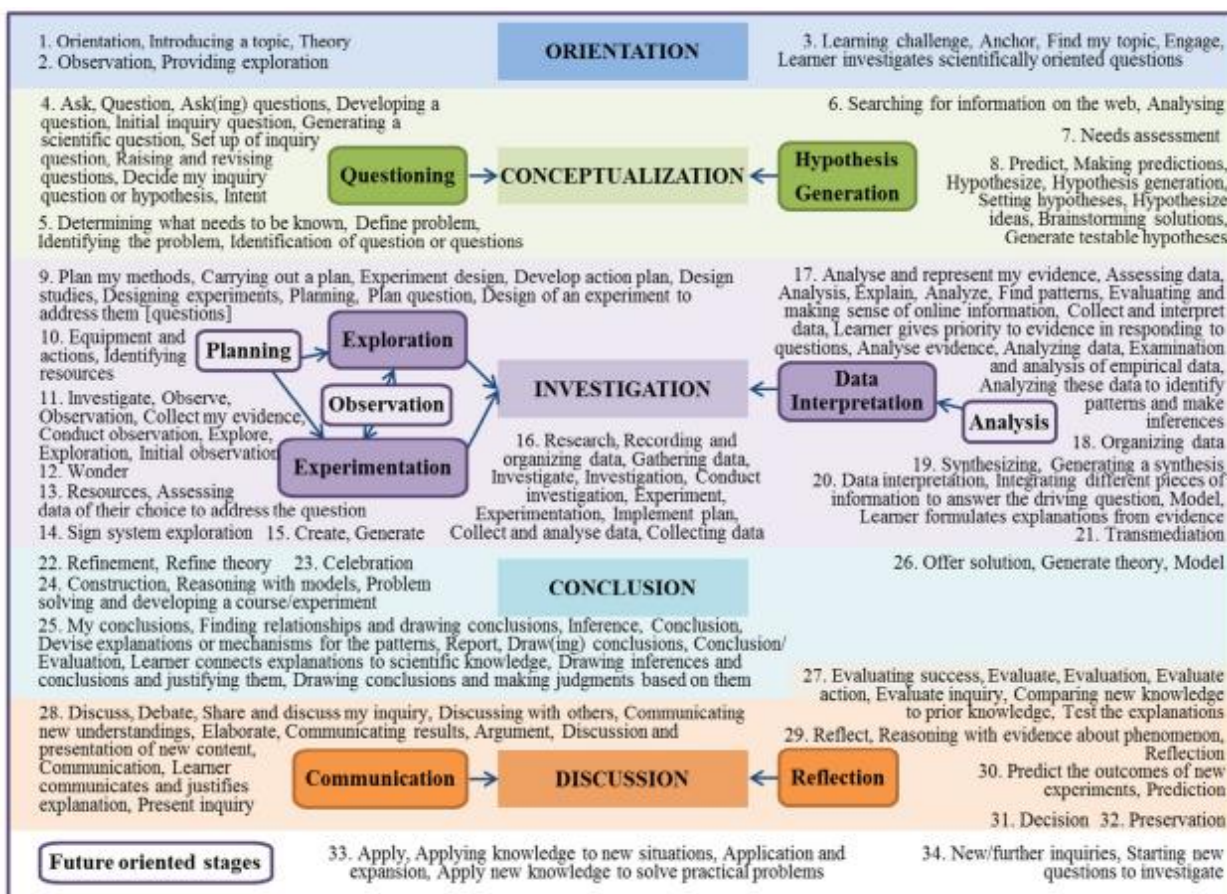


Εικόνα 1^η: Inquiry Based Learning

Ακόμα και σήμερα, η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στην επιστημονική εκπαίδευση που τοποθετεί τη μάθηση σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων και διερεύνηση φαινομένων που βασίζονται σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές (Moore et al. 2016). Η διερευνητική μάθηση ορίζεται ως μια προσέγγιση στη μάθηση που περιλαμβάνει μια διαδικασία εξερεύνησης του φυσικού ή υλικού κόσμου, η οποία οδηγεί στην διατύπωση ερωτήσεων, την πραγματοποίηση ανακαλύψεων και στην συνεχή εξέταση αυτών με σκοπό την βαθύτερη κατανόηση του κόσμου (National Science Foundation, de Jong, 2006). Η γνώση κατασκευάζεται ενεργά από τους μαθητές και δεν μεταδίδεται απευθείας από τον εκπαιδευτικό σε αυτούς (Akuma et al. 2019), ενώ οι μαθητές με τη σειρά τους καλούνται να παρατηρήσουν και να αμφισβητούν φαινόμενα, να δώσουν εξηγήσεις για αυτά που παρατηρούν, να σχεδιάσουν και να διεξάγουν πειράματα, στα οποία θα συλλέξουν δεδομένα για να υποστηρίξουν ή να καταρρίψουν τις θεωρίες που οι ίδιοι δημιούργησαν, να αναλύσουν δεδομένα και να εξάγουν συμπεράσματα από αυτά, να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν μοντέλα ή οποιοδήποτε συνδυασμό αυτών (Friesen & Scott, 2013). Η διερευνητική μάθηση έχει ακόμα χαρακτηριστεί ως μια "εκπαιδευτική στρατηγική", κατά την οποία οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με αυτές των επιστημόνων για να οδηγηθούν στην γνώση, εργαζόμενοι ως επιστήμονες (Keselman, 2003), αλλά και ως μια προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων, που περιλαμβάνει την εφαρμογή αρκετών δεξιοτήτων επίλυσης τους (Pedaste & Sarapu, 2006), ενώ ακόμα και ο συνδυασμός διαφορετικών αναπαραστασιακών συστημάτων μάθησης (Smyrniou et al., 2017 · 2018)

ενσωματώνουν ευκαιρίες για επιστημονική έρευνα. Αξίζει στο σημείο αυτό να παρατηρήσουμε ότι παρόλο που σε πολλές χώρες παγκοσμίως, και ειδικά στην Ευρώπη, η διερευνητική μάθηση προωθείται ως μια παιδαγωγική προσέγγιση για τη βελτίωση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Minner, Levy & Century, 2010) δεν είναι ακόμη ευρέως διαδεδομένη στα σχολεία (Martin et al., 2004).

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η διερευνητική μάθηση φιλοδοξεί να εμπλέξει τους μαθητές σε μια αυθεντική διαδικασία επιστημονικής ανακάλυψης. Από παιδαγωγική άποψη, η σύνθετη αυτή επιστημονική διαδικασία χωρίζεται σε μικρότερες φάσεις, τη διεξαγωγή παρατηρήσεων, τη διενέργεια και το σχεδιασμό ερωτημάτων, τη διερεύνηση βιβλιογραφικών πηγών και άλλων πηγών πληροφόρησης για την επιστημονικά αποδεκτή γνώσης, το σχεδιασμό διερευνήσεων, την αξιολόγηση της γνώσης μπροστά από τα νέα δεδομένα, τη χρήση εργαλείων για συλλογή, ανάλυση και συνδυασμό δεδομένων, την επαναδιαπραγμάτευση ιδεών και αποτελεσμάτων οι οποίες καθοδηγούν τους μαθητές και στρέφουν την προσοχή τους σε σημαντικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής σκέψης και στο σύνολο τους σχηματίζουν τον κύκλο της έρευνας (Pedaste, et al, 2015). Παρόλο που στην εκπαιδευτική βιβλιογραφία υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία των φάσεων έρευνας και του κύκλου της, κατά την σύγκριση των περιγραφών των φάσεων οι όροι αυτοί παρουσίασαν σημαντική επικάλυψη (Pedaste, de Jong ,Zacharia et. al. (2015)). Έτσι μετά από ενδελεχή ανάλυση και σύγκριση των διάφορων ορισμών κατέληξαν σε 5 φάσεις που συγκροτούν τον κύκλο της διερεύνησης. Οι φάσεις αυτές καθώς και η περιγραφή τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 2^η: Φάσεις της διερεύνησης.

Είναι αλήθεια ότι οι Φυσικές Επιστήμες προσφέρονται για την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης, η οποία περιλαμβάνει δραστηριότητες που προκαλούν τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά σε υψηλού επιπέδου νοητικές διεργασίες μέσω της

διατύπωσης ερωτήσεων και αναζήτησης αποδείξεων σε ένα δομημένο πλαίσιο επιστημονικών δραστηριοτήτων, με σκοπό τον χειρισμό των φυσικών νόμων που διέπουν το περιβάλλον στο οποίο ζουν (de Jong, όπως αναφέρεται στο Smyrniou, Moustaki, Kynigos 2016) και μέσα από τον πειραματισμό και την επιστημονική έρευνα, μπορούν να αποκτήσουν την επιστημονική γνώση που τους ενδιαφέρει (Σμυρναίου, Πετροπούλου & Κωστίκας, 2014). Μέσα από την αντιμετώπιση προκλήσεων οι μαθητές κινητοποιούνται να επιλύσουν το τίθεμένο πρόβλημα επιστρατεύοντας νοητικές δεξιότητες απαραίτητες και χρήσιμες για τη μετέπειτα επαγγελματική τους σταδιοδρομία και τις νέες απαιτήσεις της ταχέως εξελισσόμενης τεχνολογικά κοινωνίας. Μαθαίνουν να κάνουν στοχευμένες παρατηρήσεις, να συλλέγουν, να αναλύουν πληροφορίες από πολλαπλές πηγές, να συνδυάζουν και να συσχετίζουν δεδομένα και στο τέλος να καταλήγουν σε ορθά και επιστημονικά τεκμηριωμένα συμπεράσματα (Σμυρναίου, Πετροπούλου & Κωστίκας, 2014).

Ωστόσο μία από τις πιο σημαντικές προκλήσεις για την επιτυχή εφαρμογή της διερευνητικής προσέγγισης είναι οι δεξιότητες και οι γνώσεις που οι εκπαιδευτικοί πρέπει να κατέχουν σε αυτή την πολύπλευρη μέθοδο διδασκαλίας και μάθησης (Good & Brophy, 1986), καθώς οφείλουν να παρέχουν την κατάλληλη καθοδήγηση, αξιολόγηση και ανακατεύθυνση στους μαθητές, ειδικά σε περιπτώσεις που οι μαθητές δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία σε αντίστοιχες δραστηριότητες, ενώ όσον αφορά στις νέες τεχνολογίες η αξιοποίηση ενός τεχνολογικού εργαλείου σχεδιασμένου με βάση τα πρότυπα της διερευνητικής μάθησης συμβάλει σημαντικά στην καθοδήγηση των μαθητών, ώστε να ακολουθήσουν ένα επιστημονικά ορθό τρόπο για την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος (Zacharia, 2006).

Στην παρούσα έρευνα, ακολουθήθηκαν οι πέντε φάσεις της διερεύνησης της “εικόνας 2” που συγκροτούν τον κύκλο της διερεύνησης. Ο ερευνητής εισήγαγε τους μαθητές στο υπό μελέτη θέμα μέσω της συζήτησης και της προβολής ενός βίντεο. Στη συνέχεια, οι μαθητές αφού απέκτησαν μια πρώτη επαφή με το θέμα και με τη βοήθεια κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού διατύπωσαν τις υποθέσεις τους, πειραματίστηκαν αλλάζοντας κάθε φορά τις εκάστοτε παραμέτρους της προσομοίωσης και προσπάθησαν να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα, ενώ στο τέλος προσπαθήσαν να φτιάξουν τη δική τους προσομοίωση του ηλιακού συστήματος. Έτσι μέσα από τον πειραματισμό κατάφεραν να οδηγηθούν στη σωστή οικοδόμηση εννοιών του μακρόκοσμου, γεγονός που είναι πολύ σημαντικό καθώς αποτελεί μια αυθεντική επιστημονική ανακάλυψη μέσω της εξάσκησης των μαθητών σε δραστηριότητες επιστημονικής διερεύνησης. Σχετικά με την καθοδήγηση των διερευνητικών δραστηριοτήτων από τον καθηγητή, στην παρούσα έρευνα λόγω δυσκολίας του αντικειμένου, των ιδιαίτερων συνθηκών εξ’ αποστάσεως εκπαίδευσης εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού και των χρονικών περιορισμών οι μαθητές αρχικά πλοηγήθηκαν και εξερεύνησαν μόνοι τους το λογισμικό, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν τις οδηγίες των φύλλων εργασίας που τους δόθηκαν.

β) Κονστραξιονισμός (Constructionism)

Ο κονστραξιονισμός αποτελεί μια ιδιαίτερη εκδοχή του εποικοδομητισμού, όπως την ανέπτυξε και την προώθησε ο Seymour Papert (1928). Έχει βασιστεί στις κονστρουκτιβιστικές θεωρίες του Jean Piaget, ο οποίος αντιλαμβάνεται τη μάθηση ως μια διαδικασία δημιουργίας νοημάτων στην προσπάθεια των ανθρώπων να βρουν απαντήσεις στον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύουν τον κόσμο γύρω τους και υποστηρίζει ότι η γνώση δε μεταφέρεται απλά από το δάσκαλο στο μαθητή, αλλά οικοδομείται ενεργά μέσα στο μυαλό του μαθητή. Όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά οι Kafai & Resnick (1996, p. 1) «οι άνθρωποι δε λαμβάνουν ιδέες, αλλά τις δημιουργούν». Εκφράζει κυρίως την ιδέα ότι η οικοδόμηση γνώσεων (ειδικότερα για τις μικρότερες ηλικίες) συμβαίνει μέσα από την

κατασκευή απτών αντικειμένων και τον αναστοχασμό πάνω στην εμπειρία αυτή (Alimisis & Kynigos, 2009). Στην ελληνική γλώσσα ο διεθνής όρος «constructionism» έχει αποδοθεί και ως «κατασκευαστικός εποικοδομισμός», ο οποίος θεωρεί τη μάθηση ως μια σταδιακή οικοδόμηση την γνώσης από το μαθητή, η οποία προάγεται από δραστηριότητες ενεργού μάθησης, με στόχο την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων. Για τα εκπαιδευτικά λογισμικά, η οπτική αυτή του εποικοδομητισμού λειτουργεί ως ένα νοητικό εργαλείο (cognitive tool), ένα εργαλείο επέκτασης της σκέψης του μαθητή. Ο Papert επεκτείνει τις ιδέες του Piaget σχετικά με τον εποικοδομισμό, προωθώντας την άποψη πως η μάθηση συμβαίνει αποτελεσματικότερα όταν οι μαθητές ενεργοποιούνται κατασκευάζοντας συγκεκριμένα αντικείμενα (τεχνουργήματα – artifacts) που έχουν νόημα γι’ αυτούς, καθώς διευκολύνουν την εσωτερική νοητική δομή της φυσικής τους εμπειρίας και μπορούν να τα διαμοιράσουν μεταξύ τους, ενισχύοντας έτσι τις μεταξύ τους κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, που αποτελούν καθοριστικό παράγοντα νοητικής ανάπτυξης και προωθούν τη συνεργατική μάθηση (collaborative learning) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλότερου επιπέδου (ανάλυση, σχεδίαση, επιχειρηματολογία, αξιολόγηση) των μαθητών (Papert, 1980). Δεν πρέπει να παραλείψουμε ωστόσο να αναφέρουμε την ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δυο αυτών εκπροσώπων. Ο Piaget εστιάζει κυρίως στην οικοδόμηση της εσωτερικής σταθερότητας, ενώ ο Papert ενδιαφέρεται περισσότερο για τη δυναμική των αλλαγών. Για τον Papert η έρευνα εστιάζεται στο πώς σχηματίζεται και πώς μεταμορφώνεται η γνώση μέσα σε ειδικά πλαίσια, πώς διαμορφώνεται και πώς εκφράζεται μέσω των διαφορετικών μέσων, και πώς υποβάλλεται σε επεξεργασία στις συνειδήσεις διαφορετικών ανθρώπων (Ackermann, 2001). Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τον Papert (1980), ο κονστραξιονισμός περιλαμβάνει δύο διασυνδεδεμένες διαδικασίες. Η πρώτη είναι μία εσωτερική, ενεργητική διαδικασία, όπου οι μαθητές κατασκευάζουν τα δικά τους νοήματα μέσα από τα βιώματα που αποκτούν στον εξωτερικό κόσμο, ενώ η δεύτερη διαδικασία είναι εξωτερική και αντανακλά την άποψη πως οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν κατασκευάζουν τεχνουργήματα, τα οποία στη συνέχεια μοιράζονται και με άλλους. Συνεπώς, ο κονστραξιονισμός εστιάζει στη μάθηση μέσα από το σχεδιασμό και τη δημιουργία τεχνουργημάτων με προσωπικό νόημα (καθώς δεν υπάρχει μια μοναδική αναπαράσταση της γνώσης), σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση που έχουν οι μαθητές με τους άλλους σχετικά με αυτά τα τεχνουργήματα (Perpler & Davis-Soylu, 2014), που αποτέλεσαν την βάση για τη κατασκευή των μικρόκοσμων.

Οι ψηφιακές τεχνολογίες παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον όσον αφορά στον κονστραξιονισμό και τη μάθηση μέσα από το σχεδιασμό τεχνουργημάτων, ενώ υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για τους τρόπους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την εκπαιδευτική πρακτική. Αυτό όμως που είναι ιδιαίτερα σημαντικό είναι να βρεθούν οι τρόποι ώστε η χρήση των νέων τεχνολογιών να προσδίδει στη διδασκαλία “πρόσθετη παιδαγωγική αξία”, δηλαδή να αξιοποιηθούν σε τέτοιες δραστηριότητες που δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν χωρίς την ύπαρξή τους (Κυνηγός, 2020). Ένας από τους τρόπους που χρησιμοποιούνται πλέον οι υπολογιστές και ο οποίος έχει πρόσθετη παιδαγωγική αξία είναι η δημιουργία λογισμικών microworlds (μικρόκοσμοι). Οι μικρόκοσμοι είναι ανοικτού τύπου ψηφιακά, εξερευνητικά περιβάλλοντα, που ενσωματώνουν ένα σύνολο από έννοιες και σχέσεις και έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να εμπλακούν σε διερευνητική και δημιουργική δραστηριότητα παραγωγής νοημάτων (Κυνηγός, ΨΗΜΕΠ, 2020).

Τα δομήματα αυτά που κατασκευάζονται κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών με το μικρόκοσμο και το αντίστοιχο μαθησιακό πλαίσιο, αποτελούν ταυτόχρονα, αναπαραστάσεις των ιδεών και των τρόπων που αντιλαμβάνονται οι μαθητές τον κόσμο (Daskolia, Kynigos, 2012), ενώ σύμφωνα με τον Κυνηγό (ΨΗΜΕΠ, 2020) οι μισοψημένοι (half – baked) μικρόκοσμοι μπορεί να γίνουν το επίκεντρο γύρω από το οποίο οι μαθητές θα οργανώσουν τις δραστηριότητές τους ή να αποτελέσουν μέσο επικοινωνίας μεταξύ

των μαθητών κατά τη διαδικασία ερμηνείας διαφόρων γεγονότων. Οι μισοψημένοι μικρόκοσμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο για την εκπαίδευση των μαθητών, αλλά και για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, καθώς είναι πολύ σημαντικό ο εκπαιδευτικός να κατασκευάσει μόνος του ένα μικρόκοσμο, να εισαγάγει ο ίδιος τις έννοιες που θέλει και να τον δομήσει με τέτοιο τρόπο ώστε να οδηγήσει τους μαθητές σε μια γνωστική σύγκρουση, από το να χρησιμοποιήσει ένα έτοιμο ψηφιακό περιβάλλον.

Συνεπώς, οι μαθητές βασισμένοι στην άμεση εμπειρία και στην καθημερινότητά τους, χτίζουν διαφορετικές αναπαραστάσεις σχετικά με το ηλιακό σύστημα, χωρίς να εγκλωβίζονται σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση σωστού ή λάθους. Με την εμπλοκή τους με το ψηφιακό περιβάλλον του choico «solar system», προσπαθούν να εξηγήσουν τις έννοιες που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα, μέσα από τις δικές τους εμπειρίες, σε συνδυασμό με τα φαινόμενα που παρατηρήσαν κατά τη διδασκαλία που προηγήθηκε και την αλληλεπίδρασή τους με τους άλλους.

Αυτά τα στοιχεία της προσωπικής εμπειρίας των μαθητών επιχειρείται να μεταφερθούν στα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης, τους μικρόκοσμους, όπως το περιβάλλον αυτό που έχει δημιουργηθεί στο choico. Ο Papert (1980) υποστηρίζει ότι οι μικρόκοσμοι είναι ένας αυτόνομος «ανοιχτός» κόσμος όπου οι μαθητές μαθαίνουν να μεταφέρουν συνήθειες εξερεύνησης από τις προσωπικές τους ζωές στον επίσημο τομέα επιστημονικής κατασκευής, ενώ παράλληλα δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι πρόκειται για ψηφιακές τεχνολογίες, με βασικά χαρακτηριστικά την ευχρηστία και την εύκολη προσβασιμότητα (Κυνηγός et al., 2011), οπότε οι μαθητές μπορούν να εμπλακούν ενεργά, όχι μόνο ως χρήστες, αλλά και ως δημιουργοί. Είναι πολύ σημαντικό για τους μαθητές να έχουν την ευκαιρία να επέμβουν, να τροποποιήσουν, αλλά ακόμα και να σχεδιάσουν τα δικά τους δομήματα (Resnick, 2002). Έτσι μέσα από την τροποποίηση και σχεδίαση των υπαρχόντων μικροκόσμων οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις μετρήσεις και τον τρόπο λειτουργίας τους καθώς και να αποκτήσουν μια πιο διαισθητική αντίληψη για την λειτουργία του ψηφιακού εργαλείου.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, στο ψηφιακό περιβάλλον του choico, οι μαθητές καλούνται να μεταφέρουν τις εμπειρίες τους σε συνδυασμό με τις γνώσεις που απέκτησαν κατά τη μελέτη του ηλιακού συστήματος, στην προσπάθειά τους να μεταβούν σταδιακά στην επιστημονική γνώση.

γ) Άλλες καινοτόμες διδακτικές πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η οικοδόμηση της νέας γνώσης μέσω μιας διδασκαλίας με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και ρομποτικών διατάξεων, ακολουθώντας κυρίως τη μέθοδο της ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης (inquiry based learning) και του κονστραξιονισμού. Ωστόσο, η διδασκαλία μας βασίστηκε και σε άλλες καινοτόμες διδακτικές πρακτικές τις οποίες κρίνεται αναγκαίο να αναφέρουμε, οι οποίες έδωσαν τη δυνατότητα στο μαθητή να πειραματιστεί ελεύθερα και να εξερευνήσει το ηλιακό μας σύστημα και τις σχέσεις που το διέπουν και να εξαγάγει συμπεράσματα πραγματοποιώντας σαν ένας μικρός επιστήμονας ένα μοναδικό ταξίδι στο σύμπαν.

Παιγνιώδης μάθηση (gamification)

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, τα ψηφιακά παιχνίδια προσέλκυσαν το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας και άρχισαν να αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών (Prensky, 2003· Papastergiou, 2009). Μπορούμε να καταλάβουμε τους λόγους για τους οποίους συνέβη αυτό. Αρχικά, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι στους ανθρώπους αρέσει να παίζουν παιχνίδια και ότι στις μέρες μας, οι ψηφιακές

τεχνολογίες αποτελούν μια ιδανική τεχνολογική πλατφόρμα για διάδοση παιχνιδιών. Όμως, το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, κάθε παίκτης μετατρέπεται σε μαθητή, αφού μπαίνει στη διαδικασία να μαθαίνει από απλούς κανόνες, μέχρι προχωρημένες στρατηγικές προκειμένου να κερδίσει, αποτέλεσε το σημαντικότερο λόγο της χρήσης των παιχνιδιών στην εκπαιδευτική πρακτική.

Αρχικά, ας παραθέσουμε ένα σύντομο ορισμό των όρων “παιχνίδι” και “ψηφιακό παιχνίδι”. Ως παιχνίδι λοιπόν, περιγράφεται οποιαδήποτε δομημένη ή ημιδομημένη δραστηριότητα, ατομική ή ομαδική, που διεξάγεται για ψυχαγωγικούς σκοπούς, ακολουθώντας απαραίτητα κάποιους κανόνες για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου, την ανάδειξη ενός ή περισσότερων νικητών (Alessi & Trollip, 2001). Αντίστοιχα, ο όρος «ψηφιακό παιχνίδι» (digital game), χρησιμοποιείται για να περιγράψει εφαρμογές λογισμικού, οι οποίες έχουν τα τυπικά χαρακτηριστικά παιχνιδιού (όπως συγκεκριμένη κατάσταση έναρξης, κανόνες παιχνιδιού, στόχο, τελική κατάσταση), ενώ παίζονται σε σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογικές πλατφόρμες, όπως: υπολογιστής, διαδίκτυο, κονσόλες παιχνιδιών, φορητές συσκευές, προϋποθέτουν δηλαδή την ύπαρξη μιας ή περισσότερων συσκευών εισόδου για τον έλεγχο του παιχνιδιού από τον παίκτη, όπως πληκτρολόγιο, joystick, ποντίκι, καθώς και συσκευών εξόδου, όπως οθόνη, και ηχεία. Τα περισσότερα “ψηφιακά παιχνίδια” μπορούν να θεωρηθούν ως προσομοιώσεις είτε κάποιου πραγματικού κόσμου, όπως αθλητικά παιχνίδια, παιχνίδια ανάπτυξης πολιτισμών, αγωνιστικά παιχνίδια, είτε κάποιου φανταστικού κόσμου, όπως παιχνίδια περιπέτειας, παιχνίδια φαντασίας, παιχνίδια μάχης στο διάστημα, είτε ακόμη ενός παραδοσιακού παιχνιδιού, παζλ, σταυρόλεξα, Scrabble, Monopoly.

Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο και η έννοια της “παιχνιδοποίησης” (gamification) στην εκπαίδευση, δηλαδή η εφαρμογή τεχνικών παιχνιδιού σε δραστηριότητες, που οι ίδιες δεν αποτελούν παιχνίδι, με στόχο να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και την ενεργή εμπλοκή τους στην εκπαιδευτική πρακτική, ενώ παράλληλα σημαντική θέση στην εκπαιδευτική διαδικασία κατέχουν και τα “παιχνίδια μάθησης”, οργανωμένες δραστηριότητες με μορφή παιχνιδιού, που έχουν ως στόχο το συνδυασμό ψυχαγωγίας και μάθησης μέσα από την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων, αλλά και τα “ψηφιακά παιχνίδια μάθησης” (digital learning games), λογισμικά ψηφιακών παιχνιδιών που έχουν σχεδιαστεί και αυτά για συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους.



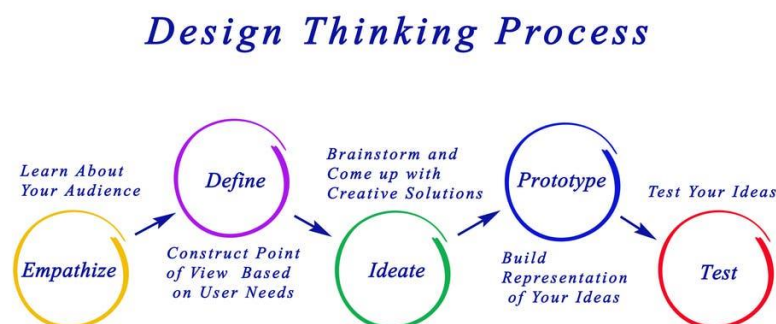
Εικόνα 3^η: Gamification

Όσον αφορά στο νέο ρόλο του εκπαιδευτικού, η εισαγωγή των παιχνιδιών στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί πρόκληση για αυτόν, καθώς καλείται να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο βαθμό την εμπλοκή των μαθητών στο παιχνίδι και να δημιουργήσει εμπειρίες μάθησης, μέσα από τις οποίες οι μαθητές – παίκτες θα αποκομίσουν γνώσεις και δεξιότητες που μπορούν να εφαρμόσουν και στην καθημερινότητά τους. Ωστόσο, έρευνες έχουν δείξει ότι όταν σε αυτή την καινοτόμο διδακτική πρακτική δεν υπάρχει κατάλληλη καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό, δεν οδηγεί σε ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, γίνεται μια μεγάλη προσπάθεια αξιοποίησης των ψηφιακών παιχνιδιών στην εκπαίδευση. Η προσέγγιση αυτή (παιχνιδοκεντρική μάθηση, *game-based learning*, *GBL*) θέτει ως στόχο τη δημιουργία κατάλληλων περιβαλλόντων που θα συνδυάζουν τη μάθηση με την ψυχαγωγία. Έτσι, γίνεται χρήση διαφόρων καινοτόμων ψηφιακών τεχνολογιών που στοχεύουν στην ενεργή εμπλοκή του μαθητή με το παιχνίδι και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που έχουν τεθεί, όπως εμβάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο, σύνδεση της γνώσης με καθημερινές καταστάσεις, ανάπτυξη κατάλληλων δεξιοτήτων και στρατηγικών για την επίλυση προβλημάτων, συνεργασία για καλύτερα αποτελέσματα, σωστός προγραμματισμός, αναζήτηση και οργάνωση των πληροφοριών, εφόδια απαραίτητα για τη μετέπειτα ζωή του ανθρώπου. Ένα τέτοιο ψηφιακό περιβάλλον δημιουργήθηκε και στην πλατφόρμα του *choico* (Kynigos, Γιαννουτσου, 2018) και χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία που οργανώθηκε για την έρευνά μας, με σκοπό να εμπλέξει ενεργά τους μαθητές στη μαθησιακή διαδικασία, ώστε να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους σχετικά με το ηλιακό μας σύστημα και να βρουν πρακτικές και βιώσιμες λύσεις στο ζήτημα της κατοικησιμότητας ενός νέου πλανήτη, πρόβλημα, για το οποίο θα κληθούμε να βρούμε λύσεις στο άμεσο μέλλον.

Σχεδιαστική σκέψη (*design thinking*),

Η σχεδιαστική σκέψη (*design thinking*) σύμφωνα με τον Tim Brown αποτελεί “έναν κλάδο που χρησιμοποιεί τις μεθόδους ενός σχεδιαστή για να συνδυάσει τις ανθρώπινες ανάγκες με αυτό που είναι τεχνολογικά εφικτό και μέσω μιας καλής στρατηγικής μπορεί αποκτήσει αξία ή να μετατραπεί σε μια εμπορική ευκαιρία” (Tim Brown, 2009). Πρόκειται για μια ανθρωποκεντρική διαδικασία σχεδιασμού, που στοχεύει στην αποτελεσματική επίλυση προβλημάτων μέσω της δημιουργικότητας και της καινοτομίας και βασική της αρχή είναι η αναγνώριση των πραγματικών αναγκών και η αξιολόγηση των επικρατέστερων λύσεων με την κατασκευή πρωτοτύπων, πριν την υλοποίηση του τελικού προϊόντος.



Εικόνα 4^η: Στάδια του “Design Thinking”

Όσον αφορά στην εκπαίδευση, η σχεδιαστική σκέψη αποτελεί πλέον βασική μέθοδο της μαθησιακής διαδικασίας για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα (Yee & Jefferies 2013; Carroll, et al 2010), ενώ συχνά αναφέρεται και ως “μάθηση μέσω σχεδιασμού” (design-based learning) και αποτελεί ένα διδακτικό μοντέλο για τη βελτίωση της δημιουργικότητας (Dolak, et.al, 2013, σελ. 2) και την ενσωμάτωση της καινοτομίας στη μάθηση (Leifer, & Steinert, 2011).

Έχουν δοθεί κατά καιρούς πολλοί ορισμοί για να περιγράψουν τη μεθοδολογία αυτή. Σύμφωνα με τη Vanada (2015) η σχεδιαστική σκέψη αποτελεί μία διεπιστημονική και δημιουργική προσέγγιση επίλυσης προβλήματος που συνδυάζει την δημιουργική με τη κριτική σκέψη και τις πρακτικές δεξιότητες, ενώ ο Lor (2015) την προσδιορίζει ως μία καινοτόμο, δημιουργική και ανθρωποκεντρική διαδικασία, που προωθεί τη συνεργασία μεταξύ των μελών μίας διεπιστημονικής ομάδας, με σκοπό την παραγωγή αγαθών, υπηρεσιών ή εμπειριών που είναι προσανατολισμένες στο χρήστη. Οι παραπάνω ορισμοί έρχονται να συμπληρώσουν τον ορισμό του Brown που αναφέραμε (Γραμμένος, 2015), αφού προσθέτουν στη σχεδιαστική σκέψη και άλλα δύο κομβικά γνώρισμα, όπως η συνεργασία και η διεπιστημονικότητα. Συνεπώς, έχει ως βασικό γνώρισμα την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και την συνεργασία των μαθητών για την επίλυση προβλημάτων, κατόπιν αναζήτησης και επεξεργασίας πληροφοριών σχετικών με το υπό μελέτη ζήτημα (Koh, et.al, 2015). Με τον τρόπο αυτό, εστιάζει στην διερεύνηση πιθανών λύσεων για πραγματικά προβλήματα, στην δημιουργία πρωτοτύπου από τους μαθητές, στην ανατροφοδότηση των ιδεών τους καθώς και στον επανασχεδιασμό, εάν είναι απαραίτητο (Razzouk et al., 2012).

Η διδασκαλία που εφαρμόστηκε στα πλαίσια της παρούσας έρευνας βασίστηκε στη σχεδιαστική σκέψη κυρίως κατά το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού παιχνιδιού “solar system” στο ψηφιακό περιβάλλον του choico, καθώς οι μαθητές καλούνται να σκεφτούν τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη, να συνδυάσουν τις γνώσεις που απέκτησαν με τη δημιουργικότητά και την κριτική τους ικανότητα και να βρουν βιώσιμες λύσεις σχετικά με το ζήτημα της κατοικησιμότητας του εκάστοτε πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Ακόμα, όσον αφορά στο κομμάτι της εκπαιδευτικής ρομποτικής, οι μαθητές κλήθηκαν να συνεργαστούν σε ομάδες, για να δημιουργήσουν και να προγραμματίσουν μια ρομποτική διάταξη, η οποία θα πραγματοποιήσει ένα ταξίδι στο ηλιακό μας σύστημα.

1.1.2 Μοντέλα – Μοντελοποίηση

Όλοι οι άνθρωποι, στην προσπάθειά μας να κατανοήσουμε τον κόσμο που μας περιβάλλει, να ερμηνεύσουμε διάφορα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας και να προβλέψουμε την εξέλιξή τους, επιστρατεύουμε τις ικανότητες μας για να δημιουργήσουμε συμβολικές αναπαραστάσεις, που μιμούνται στοιχεία – πτυχές της πραγματικότητας (Raptis & Rapti, 2002). Οι αναπαραστάσεις αυτές ονομάζονται μοντέλα, ενώ η παραγωγή ενός μοντέλου που αναπαριστά ένα φυσικό αντικείμενο, ένα φαινόμενο, ένα σύστημα ή μια διαδικασία ονομάζεται ανάπτυξη μοντέλου ή μοντελοποίηση (Hestenes, 1987; Papaevripidou, 2012) και ο ρόλος της έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς ενισχύει τη συλλογιστική διαδικασία των μαθητών και βελτιώνει την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, ειδικά όταν συνοδεύονται από τη χρήση εκπαιδευτικών λογισμικών (Smyrniotou & Evripidou, 2012).

Με τον όρο “μοντέλο” καλούμε μια τυπική και απλοποιημένη αναπαράσταση ενός προβλήματος, μιας διαδικασίας, μιας ιδέας ή ενός συστήματος, η οποία δίνει έμφαση σε συγκεκριμένα στοιχεία της και προκαλεί επιστημονικό ενδιαφέρον (Ingham & Gilbert, 1991). Δεν αποτελεί ωστόσο ένα ακριβές αντίγραφο, αλλά μάλλον μια

τυποποιημένη και αφηρημένη εικόνα. Ακόμα και αν αναπαριστά μια πραγματική κατάσταση, διαφέρει από αυτήν. Σύμφωνα με τον Martinand (1987), ένα μοντέλο επιτρέπει την εκμάθηση των δύο σημαντικών πτυχών, της σύγχρονης Φυσικής και της τεχνικής πραγματικότητας. Αφενός, διευκολύνει την αναπαράσταση του κρυφού και ευνοεί τη μετάβαση στις σχετικές και υποθετικές αναπαραστάσεις με το να αντικαθιστά τις πρώτες αναπαραστάσεις με σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και αφετέρου, βοηθά στο να σκεφτεί κανείς το σύνθετο. Επιτρέπει την περιγραφή των μεταβλητών της κατάστασης και της αλληλεπίδρασης, των εσωτερικών σχέσεων μεταξύ αυτών των μεταβλητών και της αξίας των εξωτερικών αντιθέσεων, μέσω του προσδιορισμού και του χειρισμού των συστημάτων.

Οι Justi και Gilbert (2002) περιέγραψαν τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να παρουσιάζει κάθε μοντέλο. Θα πρέπει λοιπόν να αποτελεί μερική αναπαράσταση ενός αντικειμένου, γεγονότος, διαδικασίας ή ιδέας, να έχει τη δυνατότητα να αλλάξει, να ενισχύει την οπτικοποίηση, τη δημιουργικότητα και την κατανόηση και να θεωρείται γενικά αποδεκτό.

Οι σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις, ειδικά όσον αφορά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, υποστηρίζουν ότι οι μαθητές πρέπει να εμπλέκονται σε δραστηριότητες μοντελοποίησης, καθώς αποτελεί ένα είδος διερεύνησης και δίνει την δυνατότητα στη διδασκαλία αυτών των επιστημών να ξεφύγουν από τις παραδοσιακές πρακτικές, στις οποίες είναι προσκολλημένες. Όπως ήδη αναφέραμε, στη διδακτική πρακτική η μοντελοποίηση αποτελεί προσέγγιση, μέσω της οποίας οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν το υπό μελέτη επιστημονικό αντικείμενο, μέσα από τον έλεγχο των μοντέλων που χρησιμοποιούνται, την αναθεώρηση ή την επικύρωσή τους (Ευαγόρου & Αβρααμίδου, 2012). Για τους de Jong και van Jooligen, η μοντελοποίηση μπορεί να γίνει ένα ισχυρό εργαλείο, το οποίο θα συμβάλλει στην ενίσχυση της συλλογιστικής πορείας των μαθητών και στην βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (Smyrναίου, Kynigos, Moustaki, 2012), καθώς η προσέγγιση που βοηθά τους μαθητές να σκέφτονται και να εκφράζονται με όρους μοντέλων και όχι με μαθηματικά σύμβολα ή γλωσσικές εκφράσεις φαίνεται ότι ενισχύει την κατανόησή και όχι τη στείρα απομνημόνευση εννοιών (Vosniadou & Ioannides, 1998). Παράλληλα, αρκετές έρευνες στην επιστημονική εκπαίδευση αποδεικνύουν την επίδραση που μπορεί να έχει η διερεύνηση και η μοντελοποίηση στην εννοιολογική κατανόηση της επιστήμης, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλα τεχνολογικά και εκπαιδευτικά εργαλεία (Smyrναίου, Kynigos, Moustaki, 2012).

Στην έρευνά μας, χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα με γνωστικό αντικείμενο τις Φυσικές Επιστήμες και συγκεκριμένα το ηλιακό μας σύστημα, που ήταν δύσκολο να το προσεγγίσουμε διδακτικά με άλλο τρόπο. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε, έδινε τη δυνατότητα στους μαθητές, μέσα από τη διαδικασία της μοντελοποίησης, να παρέμβουν και να μεταβάλλουν τις τιμές των διαφόρων παραμέτρων στα υπό μελέτη φαινόμενα και να εξάγουν τα συμπεράσματά τους, ερμηνεύοντας και κατανοώντας σε βάθος έννοιες των φαινομένων που μελετούσαν.

1.1.3 Προσομοιώσεις (Simulations)

Οι προσομοιώσεις αποτελούν μια κατηγορία πολύπλευρων δυναμικών μοντέλων. Για τους de Jong και van Jooligen, η προσομοίωση αποτελεί ένα πρόγραμμα που περιέχει το μοντέλο ενός συστήματος είτε αυτό είναι φυσικό είτε τεχνητό (Rutten, Wouter, van Jooligen & van der Veen, 2012). Οι Thompson, Simonson και Hargraves (1996) όρισαν αντίστοιχα την προσομοίωση ως μια αναπαράσταση/μοντέλο ενός αντικειμένου, ενός γεγονότος ή ενός φαινομένου. Γενικά, οι προσομοιώσεις έχουν οριστεί ως λογισμικά,

που παρουσιάζουν την αναπαράσταση ενός φαινομένου ή συστήματος, στα οποία ο μαθητής εμπλέκεται άμεσα μέσα από την αλληλεπίδρασή του με τις δυνατότητες του εργαλείου (Zacharia & Olympiou, 2011) και η ανάπτυξή τους χαρακτηρίζεται από πολλαπλές αναπαραστάσεις διαφορετικού είδους σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης του ίδιου φαινομένου (Lazonder & Ehrenhard, 2014).

Στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών ειδικά τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, γίνεται όλο και μεγαλύτερη χρήση των προσομοιώσεων υπολογιστών, η χρήση δηλαδή υπολογιστή για την προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού κόσμου, ενώ η διάδοση του διαδικτύου έχει βελτιώσει κατά πολύ την πρόσβαση σε αυτές (Smetana & Bell, όπως αναφέρεται Trundle, & Bell, 2010), ενώ το μαθησιακό πλεονέκτημά τους είναι η δυνατότητα που δίνεται στους μαθητές να ενεργούν σε ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον, ανεξάρτητα από τους εκάστοτε περιορισμούς που μπορεί να υπάρχουν (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2012). Επίσης, η αναπαράσταση και η οπτικοποίηση φαινομένων που παρέχουν οι προσομοιώσεις, συνεισφέρει στην ανάπτυξη νοητικών δομημάτων και επιτρέπει στα άτομα να σκέφτονται, να περιγράφουν και να επεξηγούν αντικείμενα, φαινόμενα και διαδικασίες σε ρεαλιστικό επίπεδο (Ολυμπίου & Zacharia, 2014).

Κάποιοι ερευνητές (Flick, 1993; Haury & Rillero, 1994) υποστηρίζουν ότι οι προσομοιώσεις αποτελούν εικονικά περιβάλλοντα, χωρίς κανένα κιναισθητικό περιεχόμενο, ενώ άλλοι ισχυρίζονται ότι είναι η άμεση και ενεργή διαχείριση των υλικών και όχι η αίσθηση αφής τους, που συνεισφέρει ουσιαστικά στη μάθηση (Clements et al., 1999). Παρά τις αντικρουόμενες αυτές απόψεις, είναι απαραίτητο να τονίσουμε ότι η ύπαρξη εξειδικευμένων προσομοιώσεων ευνοεί τη μείωση του κόστους και την εξοικονόμηση χρόνου, αλλά κυρίως τη μετάβαση σε απρόσιτους χώρους και τη διαχείριση ασύμβατων κλιμάκων (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2012). Επιπλέον, η μεταφορά οποιουδήποτε φαινομένου γίνεται μια εύκολη υπόθεση με τη χρήση των προσομοιώσεων, η μεταβολή των εκάστοτε παραμέτρων ακόμα και με τρόπο που δε θα μπορούσε να συμβεί στην πράξη, για καλύτερη και πιο πλήρη μελέτη του φαινομένου, καθώς επίσης η ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, η ασφάλεια (Smetana & Bell, 2014) και η δυνατότητα να συμπεριληφθούν σε μια προσομοίωση δυναμικές αναπαραστάσεις και δεδομένα (Klahr et al., 2011). Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα και την σπουδαιότητα της χρήσης προσομοιώσεων κατά την εκπαιδευτική πρακτική. Κάποιες εστιάζουν στην βοήθεια που παρέχουν στη μελέτη φαινομένων για την απόκτηση ειδικών γνώσεων, ενώ άλλες στην υποστήριξη δραστηριοτήτων διερεύνησης και στην ανάπτυξη και απόκτηση δεξιοτήτων και κριτικής ικανότητας για την εξαγωγή συμπερασμάτων (Trundle, & Bell, 2010). Δεν πρέπει όμως να παραβλέψουμε ότι η αποτελεσματικότητα των προσομοιώσεων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις παιδαγωγικές θεωρίες, βάσει των οποίων χρησιμοποιούνται (Flick & Bell, 2000). Η πρόσβαση απλά στον υπολογιστή ή στο εκάστοτε λογισμικό, χωρίς τη σωστή καθοδήγηση και την επαρκή υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας δε θα οδηγούσε στα επιθυμητά αποτελέσματα (Trundle & Bell, 2010), χωρίς παράλληλα να αγνοούμε και την περίπτωση της παροχής πλήρους υποστήριξης, η οποία μειώνει την ελευθερία των μαθητών να εξερευνήσουν το εκπαιδευτικό περιβάλλον της προσομοίωσης και να οδηγηθούν στην οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την ενεργή εμπλοκή τους με αυτό. Συνεπώς, θα πρέπει να υπάρχει ένας βαθμός καθοδήγησης και ελευθερίας στις δραστηριότητες, στις οποίες γίνεται χρήση προσομοιώσεων, ώστε να οδηγηθούμε σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2011; Chang et al., 2008; Gonzalez-Cruz et al., 2003).

Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε ότι, αν οι προσομοιώσεις χρησιμοποιηθούν σωστά, ειδικά στις Φυσικές Επιστήμες, οι μαθητές τείνουν να εμπλέκονται σε αυθεντικές επιστημονικές έρευνες, που απεικονίζουν αντικείμενα και διαδικασίες που πολλές φορές

είναι πέρα από την αντιληψή τους. Ωστόσο, παρόλο που οι μαθητές αποδέχονται την προσομοίωση ως μια αληθοφανή αναπαράσταση της πραγματικότητας, επιβάλλεται να ξεκαθαρίσουν και να κατανοήσουν τις διαφορές ανάμεσα στο εκάστοτε εικονικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται σε αυτήν και την πραγματικότητα (Smetana & Bell, 2012). Αν και τα μοντέλα έχουν πολύ μεγάλη σημασία στη ζωή του ανθρώπου, καθώς βοηθούν τόσο τους επιστήμονες να εκφράσουν ευκολότερα πολύπλοκες ιδέες, όσο και τους καθηγητές και τους μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία, δεν παύουν να παραμένουν ανθρώπινα κατασκευάσματα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε μοντέλο και συνεπώς και κάθε προσομοίωση, περιέχει τις επιστημολογικές και οντολογικές απόψεις του δημιουργού του και συνεπώς περιγράφει μόνο ένα μέρος της φυσικής πραγματικότητας με τον τρόπο που την αντιλαμβάνεται ο εκάστοτε σχεδιαστής.

Στη διδασκαλία που οργανώθηκε για την έρευνάς μας, έγινε χρήση του λογισμικού προσομοιώσεων Universe Sandbox², με σκοπό την εξοικείωση των μαθητών με το ηλιακό μας σύστημα, τα ουράνια σώματα που το αποτελούν και τις σχέσεις που το διέπουν.

1.1.4 Εκπαιδευτική Ρομποτική (educational robotics)

Η εμφάνιση της ρομποτικής χρονολογείται στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και άρχισε να κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος σε διάφορα πεδία, όπως η ιατρική, η τεχνολογία, το διάστημα και ο στρατός. Τα τελευταία χρόνια, με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η ρομποτική έρχεται να κάνει την δυναμική εμφάνισή της και στον τομέα της εκπαίδευσης. Έτσι η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) άρχισε να αποτελεί ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο πεδίο και ένα καινοτόμο εργαλείο στη διδακτική και αναπόσπαστο κομμάτι των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε). Το βασικό της εργαλείο είναι το “ρομπότ” (μια συσκευή, η οποία αλληλεπιδρά με το περιβάλλον της και μπορεί να κινηθεί), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα αποτελεσματικό εποπτικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών στα παιδιά, καθώς εκτός από την κατασκευαστική διαδικασία του, οι μαθητές εμπλέκονται και στην προγραμματιστική διαδικασία του ελέγχου της συμπεριφοράς του, συμμετέχοντας σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που απορρέουν από την καθημερινότητα και εξασφαλίζουν αποτελεσματικότερα την οικοδόμηση της γνώσης (Turbak, 2002).

Οι πρακτικές της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν τις ρίζες τους στην κονστρουκτιβιστική (constructivist) θεωρία του Jean Piaget, που υποστήριζε ότι η μάθηση δεν πρέπει να είναι αποτέλεσμα απλής μετάδοσης της γνώσης, αλλά μια ενεργητική διαδικασία κατασκευής και οικοδόμησης της γνώσης, που βασίζεται στις υπάρχουσες εμπειρίες των μαθητών και στην κονστραξιονιστική (constructionist) φιλοσοφία του S. Papert (Papert, 1993), η οποία τονίζει ότι η απόκτηση της νέας γνώσης συντελείται πιο αποτελεσματικά όταν οι μαθητές μαθαίνουν κατασκευάζοντας κατάλληλα δομήματα. Όπως άλλωστε έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενες ενότητες, στόχος του κονστραξιονισμού είναι να δώσει στους μαθητές κατάλληλα ερεθίσματα κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, ώστε να μάθουν στην πράξη πιο αποτελεσματικά σε αντίθεση με τις παραδοσιακές δασκαλοκεντρικές μεθόδους (Kafai Y., 1996). Η υλοποίηση μίας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή. Πρόδρομος όλων των σημερινών συστημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής υπήρξαν οι επιδαπέδιες χελώνες (floor turtles) που κατασκεύασε η ομάδα του Papert τη δεκαετία του 1970. Σήμερα, πολλά ρομποτικά συστήματα προσφέρονται για εκπαιδευτική χρήση και οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής εμφανίζονται πλέον σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, από την πρωτοβάθμια ως την τριτοβάθμια (Matarić, 2004), και σ’ αυτό βοηθάει η

διαθεσιμότητα ειδικών κατασκευαστικών/εκπαιδευτικών πακέτων (construction kits) χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού, που περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές, που με τη βοήθεια κατασκευαστικών υλικών (τουβλάκια) και οδηγίων για το σωστό προγραμματισμό τους, συνθέτουν τις ρομποτικές κατασκευές. Τα προϊόντα αυτά, αν συνδυαστούν κατάλληλα, μπορούν να υποστηρίξουν τη δημιουργία ενός ελκυστικού περιβάλλοντος μάθησης, παρέχοντας εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, που τροφοδοτούν το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών, ενθαρρύνουν την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία και υποστηρίζουν την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Στο επίκεντρο της, την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων έχει η διδακτική προσέγγιση STEM (Science – Technology – Engineering – Mathematics). Η επιστήμη υπάρχει παντού γύρω μας, η τεχνολογία επεκτείνεται συνεχώς σε κάθε πτυχή της καθημερινότητάς μας, οι αρχές της μηχανικής διέπουν οποιαδήποτε κατασκευή γύρω μας, από την κατασκευή του δρόμου, μιας γέφυρας, μέχρι το σπίτι μας και τα μαθηματικά εμφανίζονται σε κάθε δραστηριότητα της ζωής μας. Έτσι, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να εφαρμοστεί σε δραστηριότητες STEM, μέσα από τις οποίες οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή με πραγματικά προβλήματα και θα τα προσεγγίσουν διαθεματικά. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραμάτων και τη διερεύνηση σχέσεων σε μια διδακτική παρέμβαση, καθώς οι μαθητές κατακτούν αποτελεσματικότερα τη γνώση όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και την κατασκευή πραγματικών αντικειμένων που έχουν νόημα για αυτούς.



Εικόνα 5^η: Επίκεντρο της STEM διδακτικής προσέγγισης

Η εκπαιδευτική ρομποτική, όπως αναφέραμε και παραπάνω, θεωρείται μια διαθεματική δραστηριότητα μάθησης και μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην εκπαίδευση γενικότερα σε όλα τα επίπεδα (Alimisis, 2009). Έχει αξιοποιηθεί εκτενώς σε ερευνητικά προγράμματα, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό και οι εφαρμογές της, που καταγράφονται στη βιβλιογραφία, αφορούν όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Ο Papert στο άρθρο του *Situating Constructionism* (1991) αναφέρεται στην εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο που επεκτείνει τις δυνατότητες της Logo, επιτρέπει την κατασκευή μοντέλων που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους (active models) και εστιάζει στη σημασία της κατασκευής για την ανάδειξη σημαντικών ιδεών. Μέσα από την εμπειρία τους με μαθητές διαφόρων ηλικιών, οι Resnick, Martin, Sargent, & Silverman, (1996) κατηγοριοποιούν τις εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες: i) τα ενεργά περιβάλλοντα (όπως, για παράδειγμα, ο αυτόματος φωτισμός

ενός χώρου), ii) οι αυτόνομες οντότητες (όπως, για παράδειγμα, ένας δεινόσαυρος ρομπότ) και iii) τα προσωπικά πειράματα (όπως, για παράδειγμα, η μέτρηση της ταχύτητας του ποδηλάτου κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του μαθητή από το σπίτι στο σχολείο). Οι Turbak & Berg (2002) εξερευνούν τις δυνατότητες ένταξης ιδεών της Μηχανολογίας στο μάθημα της Ρομποτικής με φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης και επισημαίνουν τα οφέλη που αυτοί αποκομίζουν μεταφέροντας σημαντικές ιδέες της επιστήμης της Μηχανολογίας σε άλλους τομείς. Οι Rusk, Resnick, Berg, & Pezalla-Granlund (2008) οργανώνουν εργαστήρια ρομποτικής με παιδιά, εφήβους, οικογένειες και εκπαιδευτικούς σε ποικίλους χώρους: σχολεία, μουσεία και ινστιτούτα κατάρτισης. Τα εργαστήρια τους έχουν ένα κύριο θέμα γύρω από το οποίο περιστρέφονται και οργανώνονται όλες οι κατασκευές (μία μέρα στο πάρκο, η γιορτή, τα γενέθλια) και ολοκληρώνονται με έκθεση των έργων των συμμετεχόντων στην κοινότητα. Άλλοι ερευνητές εστιάζουν σε χαρακτηριστικά όπως η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση και η διαθεματικότητα (Resnick, 1991). Ενδεικτικές εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής στον ελλαδικό χώρο αφορούν διαθεματικές συνθετικές εργασίες κατασκευής και προγραμματισμού ρομπότ (Κυνηγός & Φράγκου, 2000, Δημητρίου & Χατζηκρανιώτη, 2003), πειραματισμούς για τη διερεύνηση εννοιών Φυσικής και Μαθηματικών (Καρατράντου, Παναγιωτακόπουλος & Πιερρή, 2006), εφαρμογές στη διδασκαλία εννοιών Πληροφορικής και Μηχανολογίας (Καγκάνη, Δαγδιλέλης, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδης, 2005).

Επίσης, οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών, οι οποίοι εστιάζουν στα προσδοκώμενα οφέλη που υπάρχουν. Έρευνες αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες αυτές έχουν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος, υπολογιστικής σκέψης (π.χ. Petre & Price, 2004· Norton et al., 2006· Atmatzidou & Demetriadis, 2015) και στην εκμάθηση γλώσσας προγραμματισμού (Nourbakhsh et al., 2005), ενώ όσον αφορά στις μεταγνωστικές δεξιότητες που αναπτύσσονται μέσα από την εκπαιδευτική ρομποτική, ορισμένοι ερευνητές καταγράφουν ότι με τη χρήση ρομποτικών συστημάτων αναπτύσσονται οι μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών (π.χ. Ishii et al., 2006). Γενικά, πραγματοποιούνται συνεχώς έρευνες για να επισημανθεί πώς μπορεί η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής να αναπτύξει συγκεκριμένες δεξιότητες των μαθητών και ποιες μπορεί να είναι καλές πρακτικές, τεχνικές και μοντέλα διδασκαλίας για τις δραστηριότητες αυτές (Williams et al., 2007), ενώ μελέτες αναφέρουν πως η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη μάθηση, ιδιαίτερα σε τομείς των Θετικών Επιστημών (Φυσική, Μαθηματικά, Μηχανική, Πληροφορική, Βιολογία), καλλιεργώντας γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες, όπως η ερευνητική ικανότητα, η δημιουργική και κριτική σκέψη, η λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και το ομαδικό πνεύμα, δεξιότητες απαραίτητες στο σύγχρονο εργασιακό χώρο του 21^{ου} αιώνα (Blikstein, 2013). Κρίνεται ακόμα απαραίτητο να σημειώσουμε ότι η παγκόσμια αποδοχή της ρομποτικής στην εκπαίδευση, έχει οδηγήσει στη διεξαγωγή τοπικών αλλά και παγκόσμιων πρωταθλημάτων, με εξαιρετικές επιδόσεις των διαγωνιζομένων. Αυτό έρχεται να επιβεβαιώσει τα λεγόμενα των Jarvinen & Hiltunen (2000), που υποστηρίζουν ότι οι μαθητές όταν ασχολούνται με αντικείμενα που έχουν νόημα για αυτούς, αναπτύσσουν κίνητρα και δρουν ως μικροί επιστήμονες και εφευρέτες (Ατματζίδου, 2018).

Δεν πρέπει άλλωστε να ξεχνάμε ότι στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής βρίσκεται η κατασκευή, η οποία αποτελεί το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση και αποτελεί την καρδιά της φιλοσοφίας του κονστραξιονισμού (constructionism). Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στην αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία, προκαλώντας ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές (Ackermann, 2001).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η μάθηση είναι η διαδικασία που κάνει το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε μια δημιουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, είτε αυτό είναι ο σχεδιασμός ενός σχήματος με τη γλώσσα Logo, είτε είναι η κατασκευή ενός carousel με δομικά υλικά της Lego. Το περιβάλλον και τα αντίστοιχα κατασκευάσματα είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτουν ουσιαστικά ζητήματα προς αναζήτηση και διερεύνηση. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την κατασκευή, οι ανάγκες του έργου είναι η αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων, ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο, στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο. Η κατασκευή είναι το εργαλείο, μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Με βάση τα παραπάνω, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να προσφέρει ευκαιρίες στους μαθητές να συμμετέχουν σε πρακτικές έρευνες και να τους παρέχουν τα κατάλληλα εργαλεία και τη σωστή υποστήριξη, ώστε να κατασκευάζουν τη γνώση στο περιβάλλον της τάξης (Dimitris, 2009). Τα κατάλληλα εργαλεία είναι τα ρομπότ, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποτελεσματικό μέσο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών για τα παιδιά, ενώ οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες, ώστε να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν τα ρομπότ ανάλογα με τις οδηγίες που έχουν. Η σωστή υποστήριξη βασίζεται κυρίως στην σωστή οργάνωση μιας δραστηριότητας εκπαιδευτικής ρομποτικής από τον εκπαιδευτικό, για την οποία έχει προταθεί το μοντέλο ΣΠΠΑ+ (Atmatzidou & Demetriadis, 2012· Νίκα, Ατματζίδου & Δημητριάδης, 2012). Το μοντέλο ΣΠΠΑ+ (Συνεργασία – Πρόβλημα – Παιχνίδι – Άμιλλα), αποτελεί μια εξαιρετική προσέγγιση, η οποία αξιοποιεί τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων και υποστηρίζει την ανάπτυξη νέων ικανοτήτων δεξιοτήτων των μαθητών. Το μοντέλο αυτό, καλεί τους εκπαιδευτικούς να θέσουν τους στόχους που θα επιτευχθούν μέσω της μαθησιακής διαδικασίας και τις δεξιότητες που θα πρέπει οι μαθητές να κατέχουν, αλλά και αυτές που θα αποκτηθούν με την υλοποίηση της διδασκαλίας. Οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες, ενώ σε κάθε μαθητή έχει ανατεθεί ένας διακριτός ρόλος, ώστε μέσω των διαδράσεων να ενεργοποιούνται οι γνωστικές διεργασίες των μαθητών και να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες μάθησης. Αναμενόμενα αποτελέσματα της εφαρμογής του μοντέλου ΣΠΠΑ+ είναι η ενίσχυση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών μέσω της Συνεργασίας, η οποία οδηγεί στην απόκτηση νέων δεξιοτήτων, η πορεία εκμάθησης προγραμματισμού και η δημιουργία κατασκευών μέσω της επίλυσης Προβλημάτων, όπου προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών για εφαρμογή των γνώσεων που απέκτησαν, η ενίσχυση της θετικής στάσης και των κινήτρων για μάθηση μέσω του Παιχνιδιού, καθώς η ατμόσφαιρα του παιχνιδιού δημιουργεί κατάλληλη ψυχολογική διάθεση στους μαθητές και συνθήκες ατομικής ευθύνης απέναντι στην προσπάθεια της ομάδας, αλλά και την ενίσχυση της Άμιλλας, ώστε να διατηρήσουν ζωντανό το ενδιαφέρον τους για μάθηση (Δημητριάδης, 2018), καθώς στο παιχνίδι η άμιλλα ενισχύει την ικανότητα εφαρμογής σωστής στρατηγικής για την κατάκτηση της νίκης της ομάδας απέναντι στις άλλες ομάδες και ταυτόχρονα αποτελεί μια ευκαιρία για την εφαρμογή των αρχών του «ευ αγωνίζεσθε». Ωστόσο, ιδιαίτερα σημαντική είναι η ανάθεση των ρόλων στα πλαίσια του μοντέλου αυτού και η παροχή κατάλληλης καθοδήγησης και υποστήριξης για τις ενέργειες στις οποίες πρέπει να προβεί ο κάθε ρόλος. Με αυτόν τον τρόπο, ο κάθε μαθητής γνωρίζει ακριβώς τον ρόλο που διαδραματίζει στην ομάδα, τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει και τις δραστηριότητες που καλείται να αναλάβει και να φέρει εις πέρας (Δημητριάδης, 2015). Το σύμβολο “+” αναφέρεται στις επιπρόσθετες ενέργειες που πρέπει να κάνει ο εκπαιδευτικός για να ενισχύσει τις δεξιότητες των μαθητών του, μεταγνωστικές, επίλυσης προβλήματος, υπολογιστικής σκέψης, επικοινωνιακές και συνεργατικές.

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής στοχεύουν στην ανάπτυξη υψηλότερων νοητικών δεξιοτήτων των μαθητών, που

σχετίζονται με την οικοδόμηση της νέας γνώσης μέσω της ανακάλυψης, της συνεργασίας και της επίλυσης προβλημάτων (Blanchard et al., 2010· Gura, 2007). Γενικότερα, όμως, οι δραστηριότητες αυτές προωθούν την “προβληματοκεντρική μάθηση”, δεδομένου ότι εστιάζουν γύρω από την έρευνα και την ανάλυση ενός σύνθετου προβλήματος του πραγματικού κόσμου (Torp & Sage, 2002). Σχεδιάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να κάνει ακόμη και μια απλή εργασία, ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Druin & Hendler, 2000· Tappert, 2002).

Υπάρχουν πάρα πολλά δημοφιλή εργαλεία για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ, τα οποία διαφοροποιούνται αναλόγως με τις ανάγκες και τις δεξιότητες του χρήστη που επιλέγει να ασχοληθεί με κάποιο από αυτά, αλλά και τους διαθέσιμους πόρους. Ενδεικτικά, κάποια από τα πιο δημοφιλή είναι το Arduino, το Thymio, το Makey – Makey, το Bee-Bot, το Lego Mindstorms EV3, η πιο σύγχρονη έκδοση του LEGO Mindstorms. Για τη διδασκαλία που πραγματοποιήσαμε στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, σκεφτήκαμε να χρησιμοποιήσουμε για τη ρομποτική μας διάταξη το Arduino (<http://www.arduino.cc/>).

2. Μεθοδολογία Έρευνας

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, παρακάτω παραθέτουμε το σκοπό της έρευνας, τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν σε αυτή, την επιλογή μεθόδου, την αναγκαιότητα της έρευνας, το πλαίσιο και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιήθηκε η έρευνά μας, καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή της, τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων.

2.1 Ερευνητικό θέμα – Αναγκαιότητα της έρευνας

Ο Piaget κάποτε έγραψε ότι το να διδάξεις σε νέα παιδιά αστρονομία, πολύ νωρίς, θα ήταν «εντελώς άχρηστο», αφού πιθανόν δε θα μπορούσαν να την καταλάβουν (Piaget, 1929). Σήμερα όμως, τα δεδομένα έχουν αλλάξει. Η αστρονομία πλέον, εμφανίζεται στα αναλυτικά προγράμματα της Α΄/θμιας και Β΄/θμιας εκπαίδευσης σε πολλές χώρες του κόσμου και θεωρείται βασικός παράγοντας του επιστημονικού γραμματισμού και τα παιδιά έχουν από πολύ μικρά ερεθίσματα σχετικά με τον κόσμο γύρω τους. Η αξία της διδασκαλίας της αστρονομίας έγκειται στην κατανόηση της δημιουργίας του σύμπαντος, των αστερών, του ηλιακού μας συστήματος, των πλανητών και των ουράνιων σωμάτων που το αποτελούν, ενώ πέρα από απαντήσεις σε σημαντικά ερωτήματα, όπως την ύπαρξη ζωής σε άλλους πλανήτες ή την αναζήτηση εξωπλανητών που μπορούν να φιλοξενίσουν και να υποστηρίξουν ζωή, η αστρονομία προσφέρει πολύ περισσότερα στους μαθητές. Η επιστήμη αυτή, μαζί με την επιστήμη του διαστήματος, όχι μόνο εξάπτουν το ενδιαφέρον και τη φαντασία των μαθητών όλων των βαθμίδων (Wentzel, 1971, σ. 109), αλλά παράλληλα διερευνούν το διανοητικό τους επίπεδο και αποτελούν ένα εργαστήριο, στο οποίο ελέγχονται μεγάλες ιδέες και θεωρίες της Φυσικής και των Μαθηματικών (Rahim et al., 2011, σ. 619). Παράλληλα, η εποχή των ραγδαίων τεχνολογικών, κοινωνικών αλλά και περιβαλλοντικών αλλαγών στην οποία ζούμε, επιτάσσει οι νέοι πολίτες να είναι εφοδιασμένοι με πολλές δεξιότητες, να διαθέτουν κριτική σκέψη και πολύπλευρη ενημέρωση, εφόδια που λανθασμένα θεωρείται ότι παρέχονται στους νέους κατά την εκπαίδευσή τους στο σχολείο. Στην εκπαίδευση, ο ρυθμός των αλλαγών είναι τρομακτικά αργός και η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών ακολουθεί και εφαρμόζει ακόμα παραδοσιακές πρακτικές πολλών χρόνων πίσω στη διδασκαλία, με αποτέλεσμα αυτή να μην ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της σημερινής κοινωνίας, καθώς παρατηρείται δυσκολία όσον αφορά στο μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης όταν

αυτή καθίσταται αντικείμενο προς διδασκαλία. Έτσι, είναι πλέον μεγαλύτερη ανάγκη από ποτέ, η εκπαίδευση να αφήσει πίσω της τις απαρχαιωμένες πρακτικές και να εντάξει στους κόλπους της νέες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, μέσα από καινοτόμες εκπαιδευτικές δράσεις, με τη χρήση νέων τεχνολογικών εργαλείων και σύγχρονων, διαδραστικών ψηφιακών περιβαλλόντων. Η ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση αποτελεί πρωταρχικό στόχο πολλών χωρών, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, καθώς η διεϊσδυσή τους σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής των ανθρώπων κάνει ακόμα πιο αναγκαία την ένταξή τους στη διδακτική πρακτική, προκειμένου να αναβαθμίσει και να βελτιώσει την ποιότητα της μάθησης.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να γίνονται τα πρώτα βήματα ένταξης των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως το ψηφιακό σχολείο και τα διαδραστικά βιβλία που είναι διαθέσιμα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, τα σεμινάρια επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις αλλαγές του εκπαιδευτικού συστήματος, συνεχείς αλλαγές του προγράμματος σπουδών, Ευρωπαϊκά Προγράμματα και νέες διδακτικές ενότητες, που έχουν στόχο τη δημιουργία ενεργών και συνειδητοποιημένων αυριανών πολιτών και δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με νέα αντικείμενα και να διευρύνουν τους ορίζοντες των γνώσεών τους. Έχοντας παράλληλα ως βάση, την προαναφερθείσα δυσμενή θέση της αστρονομίας στο αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου και ειδικά της Β'θμιας εκπαίδευσης, θεωρήθηκε απαραίτητο να μελετήσουμε και να διερευνήσουμε το συγκεκριμένο πεδίο. Ο 21^{ος} αιώνας επιτάσσει να κινηθούμε άμεσα, ενσωματώνοντας καινοτόμες δραστηριότητες και διαδικασίες μάθησης βασισμένες στην χρήση της τεχνολογίας, αποβάλλοντας ταυτόχρονα τον κλασικό “δασκαλοκεντρικό” τρόπο διδασκαλίας. Η σπουδαιότητα του εγχειρήματος, οι σημαντικές απαντήσεις που μπορούν να δοθούν στην ανθρωπότητα από τα αποτελέσματα των ερευνών, το ενδιαφέρον που έχει υπάρξει εδώ και δεκαετίες για το σύμπαν και γενικότερα τα θέματα επιστημονικής φαντασίας, είναι ικανά να προσελκύσουν το ενδιαφέρον και να προσφέρουν επιστημονικά κίνητρα στους μαθητές.

Έτσι, με βάση τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα επιχειρεί να εισάγει κομμάτια της Σύγχρονης Φυσικής, με τη βοήθεια των ψηφιακών τεχνολογιών και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο λύκειο και συγκεκριμένα στη Β' Λυκείου, με αφορμή το βαρυτικό πεδίο και τις κινήσεις των πλανητών, στη Φυσική του Προσανατολισμού. Στα πλαίσια της έρευνας, σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε ένα εκπαιδευτικό σενάριο, ένα νέο τρόπο διδασκαλίας του ηλιακού μας συστήματος, με τη χρήση ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων, που στόχο έχει να διευκολύνει τη διδασκαλία προσφέροντας βελτιωμένη οπτικοποίηση, διαδραστικότητα και επαναληψιμότητα κατά την αναπαράσταση πολύπλοκων φαινομένων, αλλά και φαινομένων που δεν είναι δυνατόν να μελετηθούν με τις κλασικές πειραματικές διατάξεις, να κερδίσει την προσοχή των μαθητών και να κρατήσει το ενδιαφέρον τους αμείωτο. Η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση φιλοδοξεί να συμβάλει στην ουσιαστική αναδιαμόρφωση της διδακτικής πρακτικής των Φυσικών Επιστημών, τόσο μέσα από την ενεργό εμπλοκή και την αλληλεπίδραση των μαθητών, όσο και μέσα από τον ενεργό ρόλο των εκπαιδευτικών, ως σχεδιαστές και δημιουργούς εκπαιδευτικών δομημάτων και δραστηριοτήτων.

Το θέμα, τους εξοικειώνει με τις επιστημονικές διαδικασίες, συμβάλλει στην κατανόηση του νέου περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο καλείται να ζήσει ο σύγχρονος άνθρωπος, ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντά τους και προσφέρει γόνιμο έδαφος για να εξασκηθούν με τις Φυσικές Επιστήμες.

Αρχικά, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις παρανοήσεις και στις λανθασμένες αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές για τις έννοιες και τις αρχές που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα, ενώ ακόμα γίνεται προσπάθεια να μελετηθεί πως αναδομούνται οι παρανοήσεις αυτές των μαθητών, οι οποίοι οδηγούνται στη σωστή οικοδόμηση εννοιών του μακρόκοσμου,

έπειτα από την αλληλεπίδρασή τους με τις ψηφιακές τεχνολογίες και τις ρομποτικές διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διδασκαλία

Το διδακτικό σενάριο και οι δραστηριότητες που περιλαμβάνει, τραβούν την προσοχή των μαθητών, δίνουν ερεθίσματα για μελέτη, ειδικά σε ό,τι αφορά τα επιστημονικά και τεχνικά αντικείμενα, και τους βοηθά να εκτιμήσουν τα πλεονεκτήματα, τις προκλήσεις και τη σημασία που παρουσιάζει το διάστημα για τον άνθρωπο. Συνεπώς, η διαδικασία της μάθησης δεν βασίζεται στην απλή μετάδοση των γνώσεων και την στείρα ανάγνωση και αποστήθιση του σχολικού εγχειριδίου, τον κλασικό δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας και την αξιολόγηση των μαθητών μέσα από τα γνωστά γραπτά διαγωνίσματα, αλλά στις αρχές της διερευνητικής μάθησης και στην οικοδόμηση της γνώσης μέσα από δημιουργικές δραστηριότητες. Αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στην εκπαίδευση που τοποθετεί τη μάθηση σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων και διερεύνηση φαινομένων που βασίζονται σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές (Moore et al. 2016). Η γνώση κατασκευάζεται ενεργά από τον μαθητή και δεν μεταδίδεται απευθείας από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή (Akuma et al. 2019), ενώ ο μαθητής μετατρέπεται σε ένα μικρό επιστήμονα που μέσα από τον πειραματισμό, ανακαλύπτει τη γνώση.

2.2 Σκοπός της έρευνας

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να εξετάσει τη συνεισφορά των ψηφιακών τεχνολογιών, της χρήσης μοντέλων, προσομοιώσεων και εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διερεύνηση των φαινομένων που μελετούν (Shen et al., 2014) και στη δημιουργία νοημάτων του μακρόκοσμου. Όπως λοιπόν οι επιστήμονες οικοδομούν μοντέλα για να προσομοιώσουν και να ερμηνεύσουν πολύπλοκα συστήματα φυσικών και κοινωνικών φαινομένων, έτσι και οι μαθητές αναπτύσσουν συστηματική σκέψη ως προς την κατανόηση των φυσικών φαινομένων (Kauffman, 1995; Zhang et al., 2006).

Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της έρευνάς μας είναι να εξετάσει τις παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα, τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νοημάτων και των ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών (εκπαιδευτικών λογισμικών και προσομοιώσεων) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ανοικοδόμηση των παρανοήσεων των μαθητών και στη σωστή οικοδόμηση των εννοιών του μακρόκοσμου, από την πλευρά της Φυσικής, της Χημείας, και της Βιολογίας, μετά την αλληλεπίδρασή τους με αυτές. Με τη χρήση κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων επιχειρείται να διαμορφωθεί μια διδακτική προσέγγιση που θα μπορούσε να ενσωματωθεί στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο και συγκεκριμένα στη βαθμίδα του λυκείου, προκειμένου να ενισχύσει τους εκπαιδευτικούς να λειτουργήσουν, όχι μόνο ως χρήστες, αλλά κυρίως ως σχεδιαστές εκπαιδευτικών λογισμικών και ψηφιακών δομημάτων.

2.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Αναλυτικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα που διαμορφώθηκαν και προστάθηκαν να απαντηθούν κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης έρευνας, είναι τα εξής:

- a) Ποιες οι παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές σχετικά με τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα;
- b) Ποιοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νοημάτων και πώς τους αντιλαμβάνεται οι μαθητές;

- c) Ποιος ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών (εκπαιδευτικών λογισμικών και προσομοιώσεων) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη δημιουργία επιστημονικών νοημάτων και στην αναδόμηση των αρχικών παρανοήσεων;

2.4 Μέθοδος της έρευνας

2.4.1 Είδος έρευνας

Στην παρούσα ερευνητική εργασία, η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η ποιοτική. Θεωρήσαμε ότι είναι η καταλληλότερη μέθοδος για αυτού του είδους την έρευνα (εμπειρική έρευνα), ώστε να γίνει μια εις βάθος μελέτη των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών για το ηλιακό μας σύστημα και τις αρχές που το διέπουν και να ελεγχθούν αν οι διατυπωμένες εικασίες των μαθητών, ισχύουν σε πραγματικές συνθήκες. Άλλωστε, το κύριο ενδιαφέρον των ποιοτικών μεθόδων εστιάζεται στην περιγραφή και κατανόηση της μοναδικότητας της ανθρώπινης εμπειρίας και της βιωματικής πραγματικότητας των υποκειμένων της. Επιπλέον, η ποιοτική μέθοδος μας παρέχει τη δυνατότητα μεγαλύτερης κατανόησης των εσφαλμένων αντιλήψεων των μαθητών, αφού σε αυτήν ο ερευνητής έρχεται σε άμεση επαφή και αλληλεπίδραση με τα υποκείμενα της. Αντίθετα, μια ποσοτική έρευνα δεν μπορεί να αποδώσει καμία υποκειμενική άποψη, καθώς σε αυτή γίνεται καθαρά επιστημονική παράθεση των στοιχείων που έχουν συλλεγεί από τα όργανα συλλογής δεδομένων, με καθαρά ουδέτερο ύφος και καμία προσωπική εμπλοκή του ερευνητή.

Έτσι λοιπόν, καταλήξαμε στην ποιοτική έρευνα ως καταλληλότερη για την περίπτωση αυτή, αφού αποτελεί κατά βάση μια ερμηνευτική διαδικασία, στην οποία ο ερευνητής ερμηνεύει στοιχεία που συλλέγει από την έρευνά του. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις πρότερες γνώσεις των μαθητών, από τα προσωπικά του βιώματα και τις αντιλήψεις του (e-class ΨΗΜΕΠ, ενότητα 2, ερευνητικό ερώτημα, Ζ. Σμυρναίου, 2020). Εξάλλου, η ποιοτική έρευνα είναι μια αρκετά σημαντική μέθοδος εκπαιδευτικής έρευνας και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις κοινωνικές επιστήμες.

Η μέθοδος της ποιοτικής έρευνας στην οποία ανήκει η συγκεκριμένη έρευνα που πραγματοποιήσαμε είναι η “μελέτη περίπτωσης” (case study), η οποία αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.

2.4.2 Μελέτη περίπτωσης

Η μελέτη περίπτωσης είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος επιστημονικής έρευνας και εφαρμόζεται σε πολλές επιστήμες. Πρόκειται για μια ερευνητική μέθοδο που επιτρέπει την πολύπτυχη εξέταση ενός φαινομένου. Ο όρος “περίπτωση” αναφέρεται, είτε σε ατομική περίπτωση, είτε σε μικρό αριθμό υποκειμένων ή φαινομένων ή πτυχών ενός θέματος/προβλήματος. Η μεθοδολογία αυτή κατατάσσεται στις ποιοτικές μεθόδους έρευνας, καθώς δεν επιδιώκει την εμπλοκή πολυάριθμων υποκειμένων και τη συγκέντρωση δεδομένων από μεγάλα δείγματα και είναι προτιμότερη από τις υπόλοιπες στρατηγικές έρευνας, όπως το πείραμα, την ανάλυση αρχείων, τη δημοσκοπήση και την ιστορική αναδρομή, ειδικά όταν πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα του τύπου “πώς” και “γιατί” και όταν το επίκεντρο της μελέτης είναι σε ένα σύγχρονο φαινόμενο (Yin, 2003).

Αρκετοί ερευνητές έχουν δώσει διάφορους ορισμούς για τη μελέτη περίπτωσης. Σύμφωνα με τον Yin (2003), πρόκειται για μία εμπειρική έρευνα που διερευνά ένα

σύγχρονο φαινόμενο μέσα σε ένα πραγματικό πλαίσιο και στην οποία χρησιμοποιούνται πολλαπλές πηγές στοιχείων και θεωρητικές υποθέσεις που καθοδηγούν τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων. Οι Woodside και Wilson (2003) έδωσαν έναν πιο ευρύ ορισμό από αυτόν του Yin (2003): υποστηρίζοντας ότι η μελέτη περίπτωσης είναι μία έρευνα που επικεντρώνεται στην περιγραφή, στην κατανόηση, στην πρόβλεψη και/ή στον έλεγχο του υποκειμένου (π.χ. διαδικασία, ζώο, άτομο, νοικοκυριό, οργανισμός, ομάδα, βιομηχανία, πολιτισμός ή εθνικότητα). Οι Miles και Huberman (1994) έδωσαν έναν ακόμα πιο απλό ορισμό από τους προαναφερθέντες, τονίζοντας ότι είναι ένα φαινόμενο κάποιου είδους που συμβαίνει σε περιορισμένο πλαίσιο. Σύμφωνα με την Eisenhardt (1989), το case study ορίζεται ως μία στρατηγική έρευνας η οποία επικεντρώνεται στην κατανόηση των δυναμικών που παρουσιάζονται σε μεμονωμένα περιβάλλοντα. Ο Ghauri (2004) υποστηρίζει ότι είναι μία ευέλικτη προσέγγιση έρευνας που είναι κατάλληλη για μία σειρά από διαφορετικούς τύπους ερευνητικών ερωτήσεων. Τέλος, ο Robson (2007) θεωρεί ότι η μελέτη περίπτωσης είναι μια καλά εδραιωμένη ερευνητική στρατηγική, όπου το επίκεντρό της είναι μια περίπτωση, η οποία ερμηνεύεται με μεγάλη ευρύτητα (ώστε να περιλαμβάνει την περίπτωση ενός μεμονωμένου ατόμου, μιας ομάδας, ενός περιβάλλοντος, ενός οργανισμού), ενώ λαμβάνεται παράλληλα υπόψη και το πλαίσιο της. Γενικά, οι μελέτες περίπτωσης προσπαθούν να περιγράψουν πως είναι να βρίσκεται κανείς σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, αποτυπώνοντας τα βιώματα, τις σκέψεις και τα συναισθήματά του. Για αυτό στη μεθοδολογία αυτή θεωρείται σημαντικό να αφήνουμε τα γεγονότα και τις καταστάσεις να “μιλούν” από μόνα τους, αντί να ερμηνεύονται, να κρίνονται ή να αξιολογούνται.

Συνεπώς, στη μελέτη περίπτωσης, ο ερευνητής δεν ενδιαφέρεται να ανακαλύψει σχέσεις μεταξύ μεταβλητών, ούτε να διατυπώσει “νόμους” που διέπουν τις σχέσεις αυτές, παρά μόνο ασχολείται με το “χτίσιμο της θεωρίας” (Eisenhardt, 1989). Αντίθετα από εκείνον που εκτελεί πειράματα και χειρίζεται μεταβλητές προκειμένου να καθορίσει την αιτιακή τους σημασία, ή αυτόν που διενεργεί επισκοπήσεις και υποβάλλει τυποποιημένες ερωτήσεις σε μεγάλα και αντιπροσωπευτικά δείγματα ατόμων, ο ερευνητής της μελέτης περίπτωσης κατά κανόνα παρατηρεί τα χαρακτηριστικά και τις συμπεριφορές των ατόμων που συμμετέχουν στην έρευνα, προκειμένου να μελετήσει και να εξερευνήσει σε βάθος τα πολυσχιδή φαινόμενα που συνθέτουν τον κύκλο της ζωής τους. Έτσι, όπως γίνεται αντιληπτό, στην καρδιά της μελέτης περίπτωσης βρίσκεται η παρατήρηση. Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι παρατήρησης, η συμμετοχική, όπου οι παρατηρητές εμπλέκονται στις ίδιες τις δραστηριότητες που επιχειρούν να παρατηρήσουν και η μη συμμετοχική, στην οποία οι παρατηρητές δεν αναμειγνύονται στις δραστηριότητες της ομάδας που ερευνούν και γενικά αποφεύγουν την ιδιότητα του μέλους της.

Ανάλογα με το σκοπό της έρευνας, διακρίνουμε τη μελέτη περίπτωσης σε τρεις τύπους, τον επεξηγηματικό (explanatory), τον ερευνητικό (exploratory) και τον περιγραφικό (descriptive) (Yin, 2003). Το επεξηγηματικό case study έχει σκοπό να απαντήσει σε ερωτήσεις του τύπου ‘πώς’ και ‘γιατί’ και χρησιμοποιείται για να εξηγήσει την αιτιολογική σχέση μεταξύ αιτίου και αποτελέσματος, δηλαδή είναι κατάλληλο για τη διερεύνηση της αιτιότητας (causality). Το ερευνητικό έχει σκοπό να απαντήσει σε ερωτήσεις του τύπου ‘τί’ και χρησιμοποιείται για να ερευνήσει τα αποτελέσματα ενός φαινομένου ή μιας κατάστασης. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται, για παράδειγμα, το case study του Stuart (1998) με τίτλο “The influence of organizational culture and internal politics on new service design and introduction”, ο ερευνητικός στόχος του οποίου είναι να εξετάσει “με ποιο τρόπο η οργανωσιακή κουλτούρα και η εσωτερική πολιτική επηρεάζουν το σχεδιασμό και την εισαγωγή νέων υπηρεσιών”. Τέλος, το περιγραφικό case study που έχει σκοπό να περιγράψει ένα φαινόμενο στο πλαίσιο του, όπως είναι παραδείγματος χάριν το case study του Gottfridsson (2012) “Joint Service Development – the creations of the prerequisite for the service development”, το οποίο έχει ως

ερευνητικό σκοπό να περιγράψει πώς διεξάγεται η ανάπτυξη νέων υπηρεσιών στον τομέα των δημοσίων μεταφορών.

Η μεθοδολογία αυτή, έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, που την καθιστούν προτιμότερη σε σχέση με άλλες μεθόδους επιστημονικής έρευνας, αλλά και κάποια μειονεκτήματα, στα οποία στηρίζονται οι αμφιβολίες των ερευνητών. Όσον αφορά στα πλεονεκτήματα, αν και η μελέτη περίπτωσης έχει πολλές ομοιότητες με την ιστορική αναδρομή, δίνει την δυνατότητα στον ερευνητή να παρατηρεί κατευθείαν το φαινόμενο που μελετά και να έχει αλληλεπίδραση με αυτό (Yin, 2003). Επιπλέον, η μεθοδολογία αυτή συνεισφέρει στη μελέτη διαφορετικών πραγματικών πλαισίων (Ghauri and Firth, 2009). Ακόμα, ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να εμβαθύνει στη μελέτη του και να μείνει για μεγάλο διάστημα με τα άτομα που ερευνά, με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να συλλέξει σημαντικά δεδομένα, τα οποία δεν εκφράζονται με γλωσσικά σύμβολα. Τέλος, το σημαντικότερο ίσως πλεονέκτημα του case study είναι η δυνατότητα που δίνεται στον ερευνητή να μελετήσει την κάθε περίπτωση από διαφορετικές οπτικές γωνίες, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και εν όψει διαφορετικών παραγόντων (Ghauri, 1983). Ωστόσο, από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ορισμένες επικρίσεις για τη μεθοδολογία αυτή. Μία από αυτές αφορά την έλλειψη σαφήνειας, καθώς ο ερευνητής συχνά εφαρμόζει λανθασμένα τη διαδικασία της έρευνας ή παρασύρεται από στοιχεία που δεν είναι εμπειριστάωμένα, με αποτέλεσμα να οδηγείται πολλές φορές σε βεβιασμένα και διφορούμενα συμπεράσματα (Yin, 2003). Για να αποφευχθεί αυτό, ο ερευνητής πρέπει να συμβουλευτεί αξιόπιστα εγχειρίδια που σχετίζονται με την μεθοδολογία του case study και να επεξεργαστεί με σύνεση και προσοχή τα στοιχεία που θα συγκεντρώσει. Τέλος, έχει διατυπωθεί μία αμφιβολία σχετικά με τη γενίκευση που προκύπτει από τη μέθοδο αυτή και τον κίνδυνο που υπάρχει να διαστρεβλωθούν τα αποτελέσματα, τα οποία δεν έχουν καμία βάση, καθώς τα αποτελέσματα από τις αντίστοιχες περιπτώσεις δεν γενικεύονται σε σύνολα, αλλά σε προτάσεις και τα δεδομένα συλλέγονται μέσα από την αλληλεπίδραση των ανθρώπων με γεγονότα. Άλλωστε, αξίζει να επισημάνουμε ότι πρέπει να διεξαχθούν πολλαπλά case studies για να υποστηριχθεί ένα συμπέρασμα (Yin, 2003), οπότε δε μπορεί να είναι ούτε διαστρεβλωμένο, ούτε βεβιασμένο, ούτε αναξιόπιστο.

Συνεπώς, η μελέτη περίπτωσης, όπως και κάθε τύπος έρευνας, έχει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Είναι λοιπόν στην ευθύνη του κάθε ερευνητή να τα αξιολογήσει και να επιλέξει τον κατάλληλο για αυτόν τύπο έρευνας ανάλογα με το θέμα που μελετά.

2.5 Οι καινοτομίες της διδακτικής παρέμβασης

Βασική ιδέα σχεδιασμού της παρούσας διδακτικής παρέμβασης, του εκπαιδευτικού σεναρίου που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια της ερευνητικής διαδικασίας είναι οι μαθητές να οικοδομήσουν τη “νέα γνώση” και να ανακαλύψουν το ηλιακό μας σύστημα και τα χαρακτηριστικά του, μέσω πειραμάτων που θα πραγματοποιήσουν με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών.

Καινοτομία του παρόντος εκπαιδευτικού εργαλείου αποτελεί η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών (εκπαιδευτικών λογισμικών και προσομοιώσεων) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία. Το λογισμικό προσομοιώσεων που χρησιμοποιήθηκε, δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να πειραματιστούν με ένα κομμάτι της Φυσικής και συγκεκριμένα της Αστροφυσικής/Αστρονομίας, που είναι αδύνατον να προσεγγιστεί με άλλα μέσα, επιτρέποντάς τους να προβούν σε αλλαγές και να δημιουργήσουν τη δική τους προσομοίωση, εξερευνώντας το ηλιακό σύστημα και τις σχέσεις που το διέπουν και εξάγοντας τα συμπεράσματά τους, πραγματοποιώντας ένα μοναδικό ταξίδι στο σύμπαν σαν μικροί ερευνητές. Επιπλέον, το βίντεο που προβλήθηκε

στην αρχή της εκπαιδευτικής διαδικασίας αποτέλεσε ως οπτικοακουστικό υλικό, το κατάλληλο έναυσμα για τους μαθητές για την εισαγωγή τους στο μακρόκοσμο.

Ένα άλλο στοιχείο που αξίζει να επισημάνουμε είναι ο νέος ρόλος του εκπαιδευτικού κατά τη μαθησιακή διαδικασία. Ο εκπαιδευτικός επιβλέπει τη μαθησιακή διαδικασία, αναλαμβάνει το ρόλο του συντονιστή, του διοργανωτή και του σχεδιαστή ψηφιακών δομημάτων, υποστηρίζοντας κυρίως συμβουλευτικά τους μαθητές, ενώ οι τελευταίοι συμμετέχουν ενεργά σε όλες τις δραστηριότητες της. Το νέο αυτό πρότυπο του εκπαιδευτικού διαφέρει από το παλιό “δασκαλοκεντρικό” μοντέλο, όπου ο εκπαιδευτικός περιορίζεται μόνο στη στείρα μετάδοση πληροφοριών και δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να έχουν ενεργό ρόλο στη μάθηση, μετατρέποντάς τη από στείρα και παθητική σε ενεργητική και διαδραστική.

Τέλος, ο σχεδιασμός, η οργάνωση και η υλοποίηση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού σεναρίου αποτελούν από μόνα τους μια καινοτομία. Από τη μια αποτελούν έναυσμα για τον εκπαιδευτικό να αναλάβει το ρόλο του δημιουργού δομημάτων, ενώ από την άλλη, οι δραστηριότητές του υλοποιούν το άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνική ζωή και συνδέουν την επιστημονική με τη βιωματική γνώση, κινητοποιώντας το ενδιαφέρον των μαθητών. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το εκπαιδευτικό σενάριο αποτελεί “τροφή” για σκέψη και αναστοχασμό των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων και πρακτικών, με στόχο την χρήση και αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών, που του προσδίδουν πρόσθετη παιδαγωγική αξία.

2.6 Το πλαίσιο και οι συνθήκες της έρευνας

2.6.1 Ο χώρος και ο χρόνος της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εκπόνησης της πρακτικής άσκησης στο Πρότυπο ΓΕΛ Ευαγγελικής, μια βδομάδα του Φεβρουαρίου (12 με 19 Φεβρουαρίου) εξ’ αποστάσεως λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών της πανδημίας του κορωνοϊού και μια βδομάδα δια ζώσης (10 με 17 Μαΐου) της ακαδημαϊκής χρονιάς 2020 - 2021, αφού εξασφαλίστηκε η σχετική άδεια από το Διευθυντή του σχολείου και την υπεύθυνη εκπαιδευτικό της τάξης κυρία Αργύρη Παναγιώτα. Η έρευνα διήρκησε 12 διδακτικές ώρες, πέντε εξ’ αποστάσεως, διαδικτυακά με την πλατφόρμα webex και επτά διδακτικές ώρες με δια ζώσης διδασκαλία στη σχολική αίθουσα.

2.6.2 Το δείγμα και ο ερευνητής

Στην έρευνα συμμετείχαν 10 μαθητές της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και πιο συγκεκριμένα της Β’ τάξης του Λυκείου. Οι μαθητές αρχικά στο κομμάτι της εξ’ αποστάσεως εκπαίδευσης εργάστηκαν ο καθένας ατομικά, καθώς ήταν αδύνατον λόγω των συνθηκών να εργαστούν σε ομάδες, ενώ στο κομμάτι της δια ζώσης διδασκαλίας, χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των πέντε ατόμων για να σχεδιάσουν, να προγραμματίσουν και να υλοποιήσουν τη ρομποτική τους διάταξη, χρησιμοποιώντας το Arduino Uno και τις οδηγίες που τους δόθηκαν. Οι μαθητές ήταν εξοικειωμένοι με τις βασικές λειτουργίες του υπολογιστή. Ωστόσο, ήταν η πρώτη φορά που χρησιμοποίησαν το λογισμικό προσομοιώσεων Universe Sandbox², την πλατφόρμα choico, στην οποία ο εκπαιδευτικός είχε σχεδιάσει το εκπαιδευτικό παιχνίδι “Solar System” καθώς επίσης και τη ρομποτική διάταξη του Arduino Uno. Η συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη και δεν είχαν πρότερη εμπειρία από άλλες ερευνητικές δραστηριότητες. Ο ερευνητής ήταν παρών σε όλη τη διάρκεια της έρευνας κυρίως ως παρατηρητής, αλλά ταυτόχρονα ήταν υποστηρικτικός και καθοδηγητικός όπου οι μαθητές χρειάζονταν

περαιτέρω βοήθεια, καθώς δεν ήταν εξοικειωμένοι με τις ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας.

2.6.3 Απαιτούμενα υλικά και εργαλεία

Για την ομαλή διεξαγωγή της διδασκαλίας που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας χρειάστηκαν:

- Ηλεκτρονικός υπολογιστής, τον οποίο έπρεπε να έχει στην κατοχή του κάθε μαθητής για την συμμετοχή του στο κομμάτι της έρευνας που πραγματοποιήθηκε εξ' αποστάσεως και δυο υπολογιστές για την υλοποίηση της έρευνας που πραγματοποιήθηκε δια ζώσης στη σχολική αίθουσα
- Εγκατάσταση του λογισμικού προσομοιώσεων Universe Sandbox² στον υπολογιστή τους
- Πρόσβαση στην πλατφόρμα choico, η οποία ήταν ελεύθερη και δεν απαιτούσε εγγραφή
- Ένα εκπαιδευτικό πακέτο Arduino Uno με τους κατάλληλους αισθητήρες και τις απαραίτητες οδηγίες για τον προγραμματισμό και την υλοποίηση της ρομποτικής διάταξης που τους ζητήθηκε
- Φύλλα εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές, τα οποία περιλάμβαναν και κατάλληλες οδηγίες όπου κρίθηκε απαραίτητο

Ο εκπαιδευτικός φρόντισε να στείλει στους μαθητές οδηγίες πριν την έναρξη του μαθήματος, για την εγκατάσταση του εκπαιδευτικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε, τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, αλλά και το αρχείο του ψηφιακού παιχνιδιού

2.6.4 Πορεία και φάσεις της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη το Φεβρουάριο της ακαδημαϊκής χρονιάς 2020 – 2021 διαδικτυακά, μέσω της πλατφόρμας webex, λόγω των ειδικών συνθηκών εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης που είχαν δημιουργηθεί εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού και το Μαίο της ίδιας χρονιάς δια ζώσης στη σχολική αίθουσα. Το δείγμα αποτελούνταν από 10 μαθητές της Β' Λυκείου. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε μπορεί να χωριστεί σε πέντε φάσεις. Οι τρεις πρώτες φάσεις της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκαν εξ' αποστάσεως. Αρχικά, στην πρώτη φάση, θα δοθεί στους μαθητές ένα pre – test, το οποίο καλούνται να συμπληρώσουν, διατυπώνοντας τις υποθέσεις τους σχετικά με τις έννοιες και τις αρχές που διέπουν το ηλιακό σύστημα, με σκοπό να εξεταστούν οι πρότερες γνώσεις τους, ενώ θα ακολουθήσει η προβολή κατάλληλων βίντεο, με σκοπό να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Στη δεύτερη φάση, θα μοιραστούν στους μαθητές φύλλα εργασίας και θα πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες, για το υπό μελέτη θέμα προσομοιώσεις, με τη χρήση του λογισμικού Universe Sandbox², περνώντας από το στάδιο της διατύπωσης υποθέσεων, στο στάδιο της διερεύνησης, μέσω της χρήσης κατάλληλων μοντέλων για τη δομή και τα χαρακτηριστικά του ηλιακού συστήματος. Οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας που τους δόθηκαν στην αρχή αυτής της φάσης, καταγράφοντας τις παρατηρήσεις τους, αφού κάνουν τις απαραίτητες μετατροπές στις εκάστοτε μεταβλητές, κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασής τους με το λογισμικό. Στη τρίτη φάση, οι μαθητές θα εμβαθύνουν στην έννοια της βαρύτητας και θα κατανοήσουν πόσο απαραίτητη είναι η ύπαρξή της για τη διατήρηση της συνοχής της του ηλιακού μας συστήματος και κατά συνέπεια, για την ύπαρξη και τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας. Στην τέταρτη φάση, οι μαθητές έχοντας μελετήσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται για το ηλιακό μας σύστημα και τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε ένα πλανήτη, καλούνται να παίξουν ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι στην ψηφιακή πλατφόρμα του choico, ακολουθώντας τις οδηγίες που τους δόθηκαν την

ώρα της εκπαιδευτικής πρακτικής, από το διδάσκοντα. Στο ψηφιακό αυτό παιχνίδι, που έχει δημιουργήσει ο εκπαιδευτικός στα πλαίσια της έρευνας, ο μαθητής πρέπει να καταλάβει ότι κάθε του επιλογή έχει συνέπειες, άλλωτε θετικές και άλλωτε αρνητικές, όπως δηλώνει άλλωστε και το όνομα της πλατφόρμας choico (choices with consequences – επιλογές με συνέπειες). Οι μαθητές αρχικά καλούνται να πειραματιστούν και να αναζητήσουν τη μεγαλύτερη διαδρομή που μπορούν να πραγματοποιήσουν, χωρίς να χάσουν, κατά το διαστημικό τους ταξίδι στους πλανήτες του ηλιακού συστήματος. Στόχος τους λοιπόν, είναι να παραμείνουν όσο το δυνατόν περισσότερο στο παιχνίδι, βρίσκοντας την καταλληλότερη διαδρομή με την οποία πρέπει να επισκεφτούν τους πλανήτες. Όταν ολοκληρώσουν το ταξίδι τους αυτό, καλούνται να μπουν στο επίπεδο του κάθε πλανήτη και να συμπληρώσουν τρία πράγματα/αντικείμενα που θα τους ήταν απαραίτητα, στην περίπτωση που λόγω μιας οικολογικής καταστροφής, κληθούν να φύγουν από τη Γη και να κατοικήσουν τον εκάστοτε πλανήτη, σκεπτόμενοι πάντα τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Μετά το πέρας της δραστηριότητας αυτής, οι μαθητές έκαναν διαμοιρασμό της οθόνης τους και μοιράστηκαν με τους συμμαθητές τους τις ιδέες τους, δικαιολογώντας κάθε φορά την επιλογή τους. Έτσι, ο εκπαιδευτικός, μέσω της παιγνιώδους μάθησης, ήταν σε θέση να αξιολογήσει τις επιλογές και τις απαντήσεις που έδωσε ο κάθε μαθητής και να ελέγξει κατά πόσο αφομοίωσαν τις έννοιες και τις αρχές που μελετήθηκαν στις προηγούμενες φάσεις της έρευνας.

Στην πέμπτη και τελευταία φάση, η οποία πραγματοποιήθηκε δια ζώσης, στη σχολική αίθουσα, οι μαθητές, αφού χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, κλήθηκαν να σκεφτούν, να σχεδιάσουν, να προγραμματίσουν και να υλοποιήσουν μια ρομποτική διάταξη, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα του Arduino Uno, που τους δόθηκε μαζί με όλους τους απαραίτητους αισθητήρες και τις απαραίτητες οδηγίες, με σκοπό να φτιάξουν το δικό τους “Rover” που θα πραγματοποιήσει το πρώτο του ταξίδι στο ηλιακό μας σύστημα. Οι ομάδες χώρισαν τις αρμοδιότητες, μοιράζοντας ρόλους. Έτσι τα μέλη κάθε ομάδας κλήθηκαν να συνεργαστούν για να φέρουν εις πέρας τις αρμοδιότητες που ανέλαβαν. Αυτό το κομμάτι της έρευνας έχει καθαρά κονστραξιονιστικό χαρακτήρα, καθώς εμπέκει ενεργά τους μαθητές σε δραστηριότητα προσομοίωσης ρόλου μέσω της κατασκευής ρομποτικών διατάξεων. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τον προγραμματισμό και τη δημιουργία κώδικα, προσπαθώντας να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο έννοιες που διέπουν το ηλιακό σύστημα μεταφράζονται σε κώδικα. Αφού σκεφτούν πως θα δημιουργήσουν και θα προγραμματίσουν το ρομποτάκι τους να πραγματοποιήσει το πρώτο του διαστημικό ταξίδι, καλούνται να υλοποιήσουν την ιδέα τους και να την παρουσιάσουν στην ολομέλεια της τάξης, καταγράφοντας παράλληλα, σε κάθε στάδιο της κατασκευής τους, τις δυσκολίες και τα εμπόδια που συνάντησαν και τους τρόπους με τους οποίους τα αντιμετώπισαν.

Πριν ολοκληρωθεί η τελευταία φάση της έρευνας, δίνεται για συμπλήρωση στους μαθητές ένα post – test, στο οποίο απορρίπτουν ή υιοθετούν τις αρχικές τους υποθέσεις, ώστε να εξεταστούν οι γνώσεις που απέκτησαν σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας και να διαπιστώσει ο ερευνητής αν και πως άλλαξαν οι αρχικές τους αναπαραστάσεις για ηλιακό σύστημα.

Τέλος, οι μαθητές συμπληρώνουν ένα ερωτηματολόγιο του ερευνητή σχετικά με την αξιολόγηση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις και της ενσωμάτωσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθησιακή διαδικασία.

2.6.5 Περιγραφή εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, για τη διδακτική παρέμβαση της διαθεματικής μελέτης του ηλιακού μας συστήματος, που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της έρευνας,

χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις και η διδασκαλία μας χωρίστηκε σε τρεις επιμέρους φάσεις. Πιο συγκεκριμένα, στην παράγραφο αυτή, θα παραθέσουμε λεπτομερώς τις δραστηριότητες και τα ψηφιακά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

- **A' Φάση της έρευνας**

Αρχικά, οι μαθητές ενημερώνονται για το θέμα, με το οποίο θα ασχοληθούν στην εκπαιδευτική αυτή παρέμβαση. Ο εκπαιδευτικός τους αναφέρει ότι θα μελετήσουν διαθεματικά το ηλιακό μας σύστημα και στη μελέτη τους αυτή, θα πραγματοποιήσουν ένα σύνολο δραστηριοτήτων, χρησιμοποιώντας ψηφιακές τεχνολογίες για το εικονικό τους ταξίδι στο διάστημα, ενώ στο τέλος θα κατασκευάσουν και θα προγραμματίσουν το δικό τους ρομποτάκι που θα το στείλουν στην πρώτη του “διαστημική αποστολή”.

Στη φάση αυτή, η οποία λόγω των συνθηκών θα υλοποιηθεί εξ' αποστάσεως, θα σταλεί στους μαθητές ένα pre – test, διαδικτυακά με τη μορφή Google Forms, το οποίο καλούνται να συμπληρώσουν και ολοκληρώνοντάς το να το στείλουν στον εκπαιδευτικό, διατυπώνοντας τις υποθέσεις τους σχετικά με τις έννοιες και τις αρχές που διέπουν το ηλιακό σύστημα, με σκοπό να εξεταστούν οι πρότερες γνώσεις τους. Στη συνέχεια, θα προβληθούν κατάλληλα βίντεο, προτείνονται τα ακόλουθα, <https://www.nisenet.org/catalog/star-formation>

<https://www.youtube.com/watch?v=AE3EGAcsmw>

<https://www.youtube.com/watch?v=A-j1zXP6um4>

Οι μαθητές, μέσα από τα βίντεο, θα παρακολουθήσουν αναλυτικά τα στάδια μέσα από τα οποία γεννιέται ένα αστέρι, τις δύο κατηγορίες στις οποίες τα κατατάσσουμε ανάλογα με τη μάζα τους, αλλά και τα χαρακτηριστικά των αστέρων της κάθε μιας κατηγορίας. Ακόμα θα διαπιστώσουν πως το χρώμα του γαλαξία εξαρτάται από τη μάζα των αστέρων που το αποτελούν και θα μπορέσουν να κατανοήσουν σε ποια κατηγορία αστέρων ανήκει και το δικό μας αστέρι, ο Ήλιος μας. Επιπλέον, θα παρατηρήσουν τα στάδια δημιουργίας του ηλιακού μας συστήματος και των πλανητών που το αποτελούν και θα γνωρίσουν και τα χαρακτηριστικά τους. Τέλος μετά την προβολή του τελευταίου βίντεο οι μαθητές θα αντιληφθούν τα στάδια μέσα από τα οποία πέρασε ο πλανήτης μας, η Γη, μέχρι να πάρει τη μορφή και τη δομή που έχει αποκτήσει τώρα και να αποτελέσει πλανήτη κατάλληλο να φιλοξενεί την ύπαρξη της ζωής, αλλά και το σημαντικό ρόλο που έπαιξε στη διαδικασία αυτή η βαρύτητα και ο πυρήνας της Γης, ο οποίος δημιουργεί γύρω της μαγνητικό πεδίο, που μας προστατεύει από τον ηλιακό άνεμο.

Μετά την προβολή των οπτικοακουστικών μέσων, ως μέθοδο καταιγισμού ιδεών, θα προκληθεί το έναυσμα ενδιαφέροντος, ενώ στη συνέχεια, θα ακολουθήσει μια συζήτηση με τους μαθητές, όπου τους παροτρύνουμε να εκφράσουν τις απόψεις τους και τις υποθέσεις τους για τη δημιουργία και το σχηματισμό των αστέρων και να σχολιάσουν τη σπουδαιότητα της μάζας του Ήλιου για την ύπαρξη και τη διατήρηση του ηλιακού μας συστήματος και κατά συνέπεια και την ύπαρξη της ζωής στη Γη. Μέσα από αυτή τη συζήτηση και τις προσομοιώσεις που θα ακολουθήσουν, οι μαθητές θα κατανοήσουν το σημαντικό ρόλο του Ήλιου, ως κυρίαρχο του ηλιακού μας συστήματος και κατ' επέκταση της ίδιας της ζωής.

- **B' Φάση της έρευνας**

Πριν εμβαθύνουμε στη μελέτη του ηλιακού μας συστήματος, θα κάνουμε την πρώτη μας γνωριμία με το λογισμικό Universe Sandbox². Οι μαθητές κάνουν

εγκατάσταση του αρχείου με το λογισμικό που τους έχει σταλεί και αφού ολοκληρώσουν όλα τα απαιτούμενα βήματα, στη συνέχεια θα το ανοίξουν. Εμφανίζεται τότε στην οθόνη τους η προεπιλεγμένη προσομοίωση του ηλιακού συστήματος. Δίνεται στους μαθητές χρόνος για να εξοικειωθούν με το λογισμικό και έχουν την ευκαιρία να πραγματοποιήσουν την πρώτη τους περιήγηση σε πραγματικό χρόνο. Έχουν λοιπόν, τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τον Ήλιο, τους πλανήτες που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα, την κίνησή τους, τους αστεροειδείς, ενώ κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο ουράνιο σώμα που επιθυμούν, μπορούν να δουν τα βασικά χαρακτηριστικά του, που αφορούν τόσο στην κίνησή του, όσο και στη δομή του.

Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε το σχηματισμό του ηλιακού συστήματος, αξιοποιώντας τη δυνατότητα που μας παρέχει το εργαλείο να δημιουργήσουμε τη δική μας προσομοίωση βασιζόμενοι στην υπάρχουσα θεωρία για το σχηματισμό του, που είδαμε στο βίντεο στην προηγούμενη φάση της εκπαιδευτικής παρέμβασης, ακολουθώντας τις οδηγίες του 1^{ου} φύλλου εργασίας που στάλθηκε στους μαθητές διαδικτυακά με τη μορφή Google Forms, ενώ, στο δεύτερο μέρος της φάσης αυτής, θα παρατηρήσουμε τη προσφορά και τη σημασία του ήλιου, για την ύπαρξη και τη διατήρηση του ηλιακού μας συστήματος, εκτελώντας τις κατάλληλες προσομοιώσεις και συμπληρώνοντας τις παρατηρήσεις μας στο φύλλο εργασίας.

Επιπλέον, θα γνωρίσουμε και θα εξερευνήσουμε τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος και αφού τους χωρίσουμε σε δυο κατηγορίες, εσωτερικούς και εξωτερικούς, ακολουθώντας τις οδηγίες και συμπληρώνοντας το 2^ο και το 3^ο Φύλλο Εργασίας, που έχουν σταλεί στους μαθητές διαδικτυακά με τη μορφή Google Forms, θα μελετήσουμε τον κάθε πλανήτη χωριστά.

- **Γ' Φάση της έρευνας**

Στην τρίτη φάση της εκπαιδευτικής αυτής παρέμβασης, οι μαθητές εμβαθύνουν περισσότερο στην έννοια της βαρύτητας και μέσα από προσομοιώσεις θα κατανοήσουν τη σημασία της, τόσο για το σχηματισμό και την ύπαρξη του ηλιακού μας συστήματος, όσο και για την ύπαρξη της ίδιας της ζωής. Για τις προσομοιώσεις μας θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό Universe Sandbox². Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και το phet Colorado, το οποίο όμως δεν διαθέτει τόσο διαδραστικό περιβάλλον για τη μελέτη φαινομένων της Αστροφυσικής, όσο το Universe Sandbox² και δίνει τη δυνατότητα μελέτης της δύναμης του φαινομένου της βαρύτητας αποκλειστικά ανάμεσα στον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη, περιορίζοντας τη μελέτη του φαινομένου μόνο σε αυτά τα ουράνια σώματα, μη δίνοντας τη δυνατότητα στο μαθητή να σχηματίσει μια πλήρη εικόνα για τη δύναμη της βαρύτητας και πώς αυτή ευθύνεται για την ύπαρξη και τη συνοχή ολόκληρου του ηλιακού μας συστήματος.

Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας λοιπόν το λογισμικό Universe Sandbox² για την προσομοίωσή μας, ακολουθώντας τις οδηγίες και συμπληρώνοντας το 4^ο Φύλλο Εργασίας που τους έχει σταλεί με τη μορφή Google Forms, έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν και να εκτελέσουν τις δικές τους προσομοιώσεις επιλέγοντας κάθε φορά τα ουράνια σώματα που εκείνοι επιθυμούν και να δουν πώς επηρεάζονται οι βαρυτικές τους δυνάμεις και οι τροχιές τους, οπτικοποιώντας με τον τρόπο αυτό τα μεγέθη και τις αποστάσεις των σωμάτων που επέλεξαν και παρατηρώντας πώς θα επηρεάζόταν το σύστημά τους απουσία βαρύτητας, ώστε να διαπιστώσουν γιατί η βαρύτητα είναι απαραίτητη για τη ζωή μας.

- **Δ' Φάση της έρευνας**

Σε αυτή τη φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι μαθητές έχοντας πραγματοποιήσει όλες τις απαραίτητες προσομοιώσεις για τη μελέτη σε βάθος του ηλιακού μας συστήματος, καλούνται να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν και να παίξουν ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι, στην ψηφιακή πλατφόρμα του choico, ακολουθώντας τις οδηγίες που τους έδωσε ο εκπαιδευτικός στην αρχή της παρούσας φάσης. Το ψηφιακό αυτό παιχνίδι, το σχεδίασε και το προγραμμάτισε ο εκπαιδευτικός στα πλαίσια της παρούσας έρευνας. Αυτό που πρέπει οι μαθητές να κατανοήσουν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού είναι ότι κάθε τους επιλογή, έχει και συνέπειες, οι οποίες έχουν άλλοτε θετικό αντίκτυπο και άλλοτε αρνητικό και μέσα από τον πειραματισμό τους και τις δοκιμές, καλούνται να ανακαλύψουν τη μεγαλύτερη διαδρομή που μπορούν να πραγματοποιήσουν, επισκεπτόμενοι όσο το δυνατόν περισσότερους πλανήτες, χωρίς να χάσουν. Στόχος τους λοιπόν είναι να βρουν την κατάλληλη σειρά με την οποία πρέπει να επισκεφτούν τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος και να ολοκληρώσουν το διαστημικό τους ταξίδι.

Μετά την ολοκλήρωση του ταξιδιού τους, κλήθηκαν να συμπληρώσουν στο επίπεδο του κάθε πλανήτη τρία αντικείμενα που πιστεύουν ότι θα ήταν απαραίτητο να έχουν μαζί τους κατά τον αποικισμό του εκάστοτε πλανήτη, στην περίπτωση που λόγω μιας οικολογικής καταστροφής αναγκαστούμε να εγκαταλείψουμε τον πλανήτη μας. Στο σημείο αυτό οι μαθητές έπρεπε να έχουν στο μυαλό τους τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη, τα προβλήματα που θα προκύψουν κατά τον αποικισμό του, λόγω των συνθηκών αυτών, και πρακτικούς τρόπους για να τα αντιμετωπίσουν και να μπορέσουν να επιβιώσουν. Με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας αυτής, οι μαθητές, κάνοντας διαμοιρασμό της οθόνης τους, μοιράστηκαν τις ιδέες τους με την ολομέλεια της τάξης, δικαιολογώντας την κάθε τους επιλογή.

Στη διάρκεια αυτής της φάσης της έρευνας, ο εκπαιδευτικός συνδυάζοντας τη μάθηση με το παιχνίδι, έχει ως στόχο να ελεγξει σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατανόησαν τις αρχές και έννοιες που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα.

- **Ε' Φάση της έρευνας**

Στην τελευταία φάση της έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε δια ζώσης, δόθηκε στους μαθητές ένα Arduino Uno με όλους τους απαραίτητους αισθητήρες και ένα Φύλλο Εργασίας με απαραίτητες οδηγίες για τη δραστηριότητά τους. Στη φάση αυτή, οι μαθητές κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν δημιουργικά τη ρομποτική διάταξη που τους δόθηκε και να σχεδιάσουν, να προγραμματίσουν και να υλοποιήσουν κατόπιν στην ολομέλεια ένα δικό τους project σχετικό με το υπό μελέτη θέμα.

Σκέφτηκαν λοιπόν, ότι επειδή δεν είναι εφικτό να πάνε στο διάστημα και να πραγματοποιήσουν τις δικές τους μετρήσεις τους, όπως έκαναν αντίστοιχα με το λογισμικό των προσομοιώσεων στις προηγούμενες φάσεις, να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες που μας προσφέρει ο τομέας της ρομποτικής και να κατασκευάσουν το δικό τους “Rover”, εφοδιασμένο με τους κατάλληλους αισθητήρες, που θα ταξιδέψει στο ηλιακό μας σύστημα και θα μας μεταδώσει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη. Έτσι το διαστημικό τους όχημα, θα αναγνωρίζει τους πλανήτες από το χρώμα τους και στη συνέχεια, θα εμφανίζει σε μια οθόνη τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη, ελέγχοντας τον παράγοντα της κατοικησιμότητας, ποιος πλανήτης δηλαδή είναι πιο κοντά στις συνθήκες της Γης και μπορεί να φιλοξενήσει ζωή, έτσι ώστε στην περίπτωση μιας ανεπανόρθωτης οικολογικής καταστροφής να εγκαταλείψουμε τον πλανήτη μας και να αποικήσουμε το νέο πλανήτη.

Πρόκειται για μια δραστηριότητα με κονστραξιονιστικό χαρακτήρα και πρόσθετη παιδαγωγική αξία, που εμπλέκει τους μαθητές ενεργά σε δραστηριότητα επίλυσης ενός αυθεντικού προβλήματος, αυτού της οικολογικής καταστροφής και της αναζήτησης βιώσιμων συνθηκών σε άλλους πλανήτες. Η χρήση του συστήματος του Arduino, μαζί με τους κατάλληλους αισθητήρες για την εκτέλεση πειραμάτων Φυσικών Επιστημών, αποτελεί εξαιρετική ευκαιρία για την εφαρμογή των εργαλείων STEM (Science – Technology – Engineering – Mathematics) στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπλέον μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των καθηγητών της Πληροφορικής, καθώς, οι μαθητές στη διάρκεια της δραστηριότητας αυτής προσπαθούν να μετράτρεψουν τις έννοιες που οικοδόμησαν στα πλαίσια της έρευνας σε κώδικα και να αντιμετωπίσουν όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται τις δυσκολίες που προέκυψαν. Η ρομποτική διάταξη που επιλέχθηκε στα πλαίσια της έρευνας είναι απλή στη χρήση και οι μαθητές εύκολα μπορούν να εξοικειωθούν με αυτή, καθώς απαιτούνται απλές γνώσεις, οι οποίες αποκτούνται στο Γυμνάσιο, ενώ αποτελεί εξαιρετική βάση για τη λήψη και την καταγραφή μετρήσεων σε ένα ευρύ φάσμα πειραμάτων στη Φυσική και τη Χημεία.

Μετά το τέλος της φάσης αυτής, δόθηκε στους μαθητές ένα post-test, μέσα από το οποίο ο ερευνητής θα μπορέσει να αντιληφθεί πώς εξελίχθηκαν οι αρχικές ιδέες και αναπαραστάσεις των μαθητών σχετικά με το ηλιακό μας σύστημα και πώς αναδομήθηκαν οι παρανοήσεις και οι εσφαλμένες αναπαραστάσεις που είχαν για αυτό, ενώ μετά την ολοκλήρωση και τη ατομική συμπλήρωση του post-test, ο εκπαιδευτικός, ακολουθώντας ένα σύντομο οδηγό συνέντευξης που δημιουργήσε, θα πάρει μια μικρή συνέντευξη από τους μαθητές και μέσα από τη συνέντευξη αυτή θα τους δοθεί η δυνατότητα να αξιολογήσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της ερευνητικής διαδικασίας. Τα φύλλα εργασίας που δόθηκαν στους μαθητές, καθώς και ο οδηγός συνέντευξης επισυνάπτονται στο τέλος της παρούσας εργασίας.

2.6.6 Οργάνωση και Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης της έρευνας

Όπως και σε κάθε μελέτη, πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει το θέμα της έρευνας. Η έρευνα είναι μια διαδικασία που στην ουσία αποσκοπεί, μέσα από συστηματική και προγραμματισμένη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στην λύση του προβλήματος. Η διεξαγωγή της αποτελείται κυρίως από δύο μεγάλα στάδια: της οργάνωσης και της υλοποίησης.

Στο στάδιο της οργάνωσης και του σχεδιασμού γίνονται όλες οι ενέργειες που χρειάζονται, ώστε να σχεδιαστεί μια έρευνα και να είναι έτοιμη να υλοποιηθεί. Δεν είναι μια απλή διαδικασία, χρειάζεται μεθοδευμένη εργασία και οργανωμένο πλάνο δράσης. Η διεξαγωγή της έρευνας μας στο στάδιο αυτό απαρτίζεται από διακριτές φάσεις οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- προσδιορισμός του αντικείμενου της έρευνας: προσδιορίσαμε τη θεματική περιοχή αλλά και το αντικείμενο της έρευνας μας για να εξασφαλιστεί η σωστή δημιουργία του πλάνου εργασίας.
- αναζήτηση προηγούμενων ερευνών πάνω στο θέμα που επιλέξαμε: αναζητήσαμε πηγές που αφορούν τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών και εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα της Αστροφυσικής στο λύκειο.
- καθορισμός του σκοπού της έρευνας: ορίσαμε το σκοπό για τον οποίο πραγματοποιούμε την έρευνα αυτή και αρχίσαμε να διατυπώνουμε τα ερευνητικά μας ερωτήματα.

- καθορισμός δείγματος της έρευνας: στο σημείο αυτό έπρεπε να σκεφτούμε ποιο θα είναι το δείγμα της έρευνάς μας. Αποφασίσαμε να αποτελείται από 10 μαθητές της Β΄ λυκείου
- οργάνωση δραστηριοτήτων, σύνταξη των pre και post tests, των φύλλων εργασίας για κάθε δραστηριότητα και του οδηγού της συνέντευξης.

Το στάδιο της υλοποίησης της έρευνας αρχίζει να εκτελείται από τη στιγμή που ολοκληρώνεται η οργάνωσή του. Περιλαμβάνει τις φάσεις εκείνες που αφορούν στην ουσία το πρακτικό κομμάτι της έρευνας, με βάση όσα σχεδιάστηκαν προηγουμένως στο θεωρητικό στάδιο. Οι φάσεις της εκτέλεσης της έρευνας μας είναι οι ακόλουθες:

- υλοποίηση της κάθε δραστηριότητας που οργανώθηκε για τους σκοπούς της έρευνας
- συμπλήρωση των pre και post tests, των φύλλων εργασίας, και πραγματοποίηση των συνεντεύξεων
- συλλογή και επεξεργασία δεδομένων: Κωδικοποίηση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου και κατηγοριοποίηση των απαντήσεων που πήραμε στα ερωτήματα που θέσαμε στους συμμετέχοντες, ώστε να μπορούμε να βγάλουμε στατιστικά αποτελέσματα.
- παρουσίαση των στοιχείων: Ταξινόμηση και οργάνωση των στοιχείων σε στατιστικούς πίνακες, ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων με στατιστικά διαγράμματα
- ανάλυση, σχολιασμός και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνάς μας

Το χρονοδιάγραμμα της έρευνάς μας ως προς τον σχεδιασμό και την υλοποίηση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πλάνο Έρευνας	1 ^{ος} Μήνας				2 ^{ος} Μήνας				3 ^{ος} Μήνας			
	1 ^η Εβδομάδα	2 ^η Εβδομάδα	3 ^η Εβδομάδα	4 ^η Εβδομάδα	1 ^η Εβδομάδα	2 ^η Εβδομάδα	3 ^η Εβδομάδα	4 ^η Εβδομάδα	1 ^η Εβδομάδα	2 ^η Εβδομάδα	3 ^η Εβδομάδα	4 ^η Εβδομάδα
1^ο Στάδιο: Οργάνωση και σχεδιασμός της έρευνας												
Προσδιορισμός θεματικής περιοχής												
Προσδιορισμός του αντικειμένου της έρευνας												
Επισκόπηση βιβλιογραφίας ως προς τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών												
Επισκόπηση βιβλιογραφίας ως προς την χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική πρακτική												
Επισκόπηση βιβλιογραφίας ως προς την ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία												
Επισκόπηση βιβλιογραφίας ως προς την εκπαίδευση στα πεδία STEM												
Επισκόπηση βιβλιογραφίας ως προς την χρήση των												

προσομοιώσεων στη διδακτική Αστροφυσικής												
Καθορισμός του σκοπού της έρευνας και διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων												
Καθορισμός του δείγματος της έρευνας												
Διατύπωση των pre/post tests, των φύλλων εργασίας και του οδηγού συνέντευξης												
2^ο Στάδιο: Υλοποίηση της έρευνας – Συλλογή και ανάλυση των δεδομένων												
Συμπλήρωση των pre/post test, υλοποίηση των δραστηριοτήτων της έρευνας και συμπλήρωση των φύλλων εργασίας από τους συμμετέχοντες												
Πραγματοποίηση συνεντεύξεων												
Συλλογή δεδομένων από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις												
Κωδικοποίηση των απαντήσεων												
Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων												
Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων												
Ποσοτικοποίηση δεδομένων με γραφήματα												
Ανάλυση-ερμηνεία αποτελεσμάτων και συμπεράσματα												

2.6.7 Μέσα συλλογής δεδομένων της έρευνας

Για να μπορέσει ο ερευνητής να συλλέξει τα απαιτούμενα δεδομένα για την έρευνά τους θα πρέπει να επιλέξει τις κατάλληλες μεθόδους συλλογής δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει. Στη συγκεκριμένη έρευνα, για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν:

- Άμεση παρατήρηση από τον ερευνητή (direct observation)
- Ημιδομημένη συνέντευξη σε βάθος
- pre και post test
- φύλλα εργασίας
- τα δομήματα που έφτιαξαν οι μαθητές (physical artifacts).

a) Άμεση παρατήρηση (direct observation)

Υπάρχουν διάφορα είδη παρατήρησης και συμμετοχής του ερευνητή – παρατηρητή στην ερευνητική διαδικασία. Από τη μια υπάρχει ο απόλυτος παρατηρητής, ο οποίος δε συμμετέχει σε καμία από τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στα πλαίσια της έρευνας, ενώ από την άλλη, υπάρχει ο παρατηρητής που συμμετέχει πλήρως και στην ουσία δεν υπάρχει καμία διάκριση μεταξύ του παρατηρητή και των υποκειμένων της έρευνας (Bogdan & Kopp, 2007).

Ανάμεσα σε αυτά τα δύο είδη παρατήρησης βρίσκονται διάφορες βαθμίδες συμμετοχής ή αποστασιοποίησης του παρατηρητή. Στην παρούσα έρευνα ο ερευνητής

τηρεί μια ενδιάμεση στάση. Σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, ήταν παρών στο χώρο της μελέτης, είχε υποστηρικτικό ρόλο και βοηθούσε τους συμμετέχοντες, όπου ήταν απαραίτητο κατά την αλληλεπίδρασή τους με τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ ταυτόχρονα παρατηρούσε και κατέγραφε τις αντιδράσεις και τις συμπεριφορές των μαθητών του, τόσο στις ατομικές, όσο και στις ομαδικές δραστηριότητες. Ο ερευνητής διάλεξε αυτόν τον ρόλο για να μπορεί να έχει μια πιο σφαιρική άποψη της όλης διαδικασίας και των δεδομένων που συλλέγονταν με τα φύλλα εργασίας, τα pre και post tests.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της άμεσης παρατήρησης αποτελεί η εξαγωγή άμεσων συμπερασμάτων από τον ερευνητή για το υπό μελέτη θέμα. Σύμφωνα με τον Morrisson η εμπάθυση του ερευνητή σε συγκεκριμένο πλαίσιο για κάποιο χρονικό διάστημα διευκολύνει, όχι μόνο την ανάδειξη και παρουσίαση των σημαντικών γεγονότων της έρευνας, αλλά και για την απόκτηση μιας πιο γενικής εικόνας για τον οποίο συνδέονται οι διάφοροι παράγοντες (Cohen *et al.*, 2008). Έτσι ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να συλλέξει στοιχεία που δεν είναι προσβάσιμα με άλλο τρόπο και να παρακολουθήσει ο ίδιος τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν, χωρίς εξωτερικούς παράγοντες. Εντούτοις, ο ερευνητής ενδέχεται να οδηγηθεί σε εσφαλμένα δεδομένα λόγω της συμμετοχής του στην ερευνητική διαδικασία, καθώς δε μπορεί να αντιληφθεί τα γεγονότα ως εξωτερικός παρατηρητής, να χάσει την αντικειμενικότητά του και πολλές φορές να μην προλάβει να καταγράψει τις παρατηρήσεις του.

Ωστόσο, η ενδιάμεση αυτή στάση που κράτησε ο ερευνητής στην παρούσα έρευνα, σύμφωνα με τους Cohen και Manion είναι η πιο επικοινωνιακή. Είναι μια μέθοδος που έχει τις δυσκολίες της και δεν μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα, αλλά παρ' όλες τις κριτικές που της ασκούνται είναι μια συστηματική και δομημένη μέθοδος, που αν εφαρμοστεί σωστά, συνεισφέρει σημαντικά στην κατανόηση των ενεργειών των ανθρώπων και προσφέρει νέους τρόπους με τους οποίους αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο (Bell, 2010) και μια πιο ολοκληρωμένη άποψη σε δεδομένα, όπως η ατμόσφαιρα που επικρατεί και τα συναισθήματα των συμμετεχόντων κατά την ερευνητική διαδικασία, που δεν μπορούν να καταγραφούν με άλλες μεθόδους, όπως με τη χρήση ενός τυποποιημένου ερωτηματολογίου.

b) Ημιδομημένη συνέντευξη σε βάθος (in depth interview)

Για την παρούσα μελέτη κρίθηκε κατάλληλη η επιλογή του εργαλείου της συνέντευξης των συμμετεχόντων και συγκεκριμένα της προσωποποιημένης, ημιδομημένης συνέντευξης σε βάθος ως εργαλείο ποιοτικής μεθόδου έρευνας. Η συνέντευξη αποτελεί ίσως την πιο διαδεδομένη μέθοδο συλλογής και παραγωγής ποιοτικών ερευνητικών δεδομένων στην ψυχολογική, κοινωνική και εκπαιδευτική έρευνα. Θέλαμε οι μαθητές να αξιολογήσουν τις ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας, γι' αυτό θεωρήθηκε πως η συνέντευξη είναι το πλέον κατάλληλο μεθοδολογικό εργαλείο, ώστε η έρευνα αυτή να διεισδύσει περισσότερο στις σκέψεις των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα και να τους δώσει τη δυνατότητα να μοιραστούν μαζί μας τις εμπειρίες τους, αλλά και τους προβληματισμούς τους από την υλοποίηση των δραστηριοτήτων.

Ωστόσο, η χρήση της προϋποθέτει καλή προετοιμασία και δημιουργική εργασία, ενώ ταυτόχρονα, ο σχεδιασμός της είναι απαραίτητο να βασίζεται σε συγκεκριμένες επιστημονικές αρχές και να συνδέεται με τα κύρια επιστημονικά ερωτήματα της διερεύνησης. Έτσι, από τη μια, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να περιγράψουν την εμπειρία τους από τις δραστηριότητες, στις οποίες συμμετείχαν στα πλαίσια της έρευνας, και ο ερευνητής από την άλλη, έχει την ευκαιρία να τροποποιήσει και να αναπροσαρμόσει τις ερωτήσεις, σε περίπτωση που κρίνει ότι θα οφελήσει το αποτέλεσμα της έρευνας.

Συνεπώς, το σημαντικότερο ίσως πλεονέκτημα του συγκεκριμένου εργαλείου, είναι η προσωπική επαφή του ερευνητή με τα υποκείμενα της έρευνας. Με τον τρόπο αυτό ο ερευνητής μπορεί να καταλάβει πολύ περισσότερα πράγματα από τον τόνο της φωνής, το ύφος, ακόμα και από τη στάση του σώματος των συμμετεχόντων, πράγμα που δεν θα μπορούσε να γίνει με τη χρήση ενός καθαρά απρόσωπου και τυπικού ερωτηματολογίου. Αφήνεται με άλλα λόγια στον ερευνητή, το περιθώριο να ερμηνεύσει λεκτικές και μη, συμπεριφορές των συμμετεχόντων, όπως για παράδειγμα οι παύσεις, η νευρικότητα, ο ενθουσιασμός, οι εκφράσεις του προσώπου και η γενικότερη διάθεση και στάση των μαθητών.

Για τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων σχεδιάστηκε ένας κατάλληλος οδηγός συνέντευξης, ο οποίος περιλάμβανε ερωτήματα σχετικά με την αξιολόγηση των ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων που χρησιμοποιήθηκαν και τα οποία θα παραθέσουμε παρακάτω, ενώ το πλάνο αυτό μπορούσε να τροποποιηθεί αν κρινόταν απαραίτητο, για περαιτέρω εμβάθυνση στο υπό μελέτη θέμα, για αυτό άλλωστε και έγινε λόγος για ημιδομημένη συνέντευξη. Τα ερωτήματα αυτά, όπως γίνεται εμφανές είναι ανοιχτού τύπου και οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν τις σκέψεις τους και να μας μεταδώσουν, ελεύθερα και χωρίς περιορισμούς, τα βιώματα και τις εμπειρίες τους από τη συμμετοχή τους στην ερευνητική διαδικασία.

Για την δημιουργία των ερωτημάτων που αποτέλεσαν τον οδηγό της συνέντευξης και την καλύτερη οργάνωση και σύνταξή τους, λάβαμε υπόψη μας ορισμένες προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται, ώστε να οδηγηθούμε σε μια επιτυχημένη και ορθή έρευνα. Συνεπώς, οι ερωτήσεις μας έπρεπε να έχουν πληρότητα και να καλύπτουν όλες τις πτυχές του υπό μελέτη θέματος, σαφήνεια και συνοχή ως προς το περιεχόμενό τους και τη δομή τους και να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομες, καθώς οι πολύπλοκες και μεγάλες σε έκταση ερωτήσεις κουράζουν και μπερδεύουν τον ερωτώμενο.

Η χρονική διάρκεια της κάθε συνέντευξης ήταν περίπου 5 με 10 λεπτά και πραγματοποιήθηκαν στη σχολική αίθουσα, ατομικά για τον κάθε ένα μαθητή, τηρώντας όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας. Είχαμε ζητήσει ακόμα τη συναίνεση των γονέων τους για τη χρήση μαγνητοφώνου και βιντεοσκόπησης, ενώ συμφωνήθηκε ότι θα τηρηθεί η ανωνυμία τους για τη διασφάλιση των προσωπικών τους δεδομένων. Η συνέντευξη με τη χρήση βίντεο αποτελεί ένα ιδιαίτερο είδος συνέντευξης, το οποίο συνδυάζει τις παραδοσιακές μεθόδους έρευνας με την προσθήκη της τεχνολογίας και επιλέχθηκε για να μην περιοριστεί η αξιοπιστία των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από αυτήν, λόγω μόνο οπτικού ή μόνο ακουστικού υλικού, αφού ο συνδυασμός τους δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα της έρευνας.

c) Φύλλα εργασίας

Για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων της ερευνητικής διαδικασίας ο ερευνητής μοίρασε στους μαθητές φύλλα εργασίας (ΦΕ), αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα φύλλα εργασίας αποτελούν υποστηρικτικό υλικό, με το οποίο ο εκπαιδευτικός αλληλεπιδρά και καθοδηγεί τους μαθητές του σε κάθε φάση της υλοποίησης της έρευνας. Η επιλογή τους ως μέσο συλλογής δεδομένων έγινε γιατί αποτελούν έναν εύκολο και αντικειμενικό τρόπο ελέγχου των γνώσεων των μαθητών και καταγραφής των υποθέσεων και των απόψεών τους, αλλά και έναν γρήγορο τρόπο συλλογής και οργάνωσης των δεδομένων της έρευνας. Είναι συνήθως σε έντυπη μορφή, όμως κατά τη διάρκεια της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας δόθηκαν στους μαθητές σε ηλεκτρονική μορφή και η διανομή τους πραγματοποιήθηκε με την χρήση του διαδικτύου και την υπηρεσία της Google Drive, με τη μορφή Google Forms. Περιλαμβάνουν μια σύντομη περιγραφή της δραστηριότητας, αναλυτικές οδηγίες για την εκτέλεση των απαιτούμενων ενεργειών και ερωτήσεις τις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνται να

απαντήσουν κατά την αλληλεπίδρασή τους με τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν στη μαθησιακή διαδικασία.

d) Pre-Test και Post-Test

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Για την καλύτερη οργάνωση και υλοποίηση των δραστηριοτήτων της ερευνητικής διαδικασίας, ο ερευνητής παρείχε στους μαθητές ένα Pre-Test, στην αρχή της μαθησιακής διαδικασίας και ένα Post-Test στο τέλος της. Τα δυο αυτά φύλλα περιλάμβαναν τις ίδιες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και έπρεπε να συμπληρωθούν ατομικά από τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα. Με τα Pre-Test ο ερευνητής συγκέντρωνε τις αρχικές ιδέες, εμπειρίες, αναπαραστάσεις και παρανοήσεις των μαθητών, ενώ με το Post-Test σκοπός του ήταν να ελέγξει πως εξελίχθηκαν οι αρχικές ιδέες και αναπαραστάσεις των μαθητών και πως αναδομήθηκαν οι αρχικές τους παρανοήσεις, σχετικά με τις έννοιες που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα, μετά το τέλος της δραστηριότητας.

e) Ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις

Το ψηφιακό παιχνίδι που δημιουργήθηκε από τον εκπαιδευτικό στην ψηφιακή πλατφόρμα choico είχε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της δραστηριότητας. Αρχικά, δόθηκε μισο-ψημένο (half-baked) στους μαθητές, οι οποίοι στη συνέχεια κλήθηκαν να το συμπληρώσουν, έχοντας κατανοήσει τις συνθήκες που επικρατούν στον εκάστοτε πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος, βάζοντας ο καθένας τους, τη δική του προσωπική πινελιά. Τα δεδομένα που προκύπτουν από το ψηφιακό αυτό περιβάλλον, αφορούν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές κατανοήσαν τις έννοιες και τις αρχές που διέπουν το ηλιακό σύστημα και προσπάθησαν να βρουν δημιουργικές λύσεις σε πρακτικά θέματα που θα προκύψουν στο ενδεχόμενο της κατοικησιμότητας ενός άλλου πλανήτη. Ακόμα ερευνητικά δεδομένα αποτελούν και οι παρεμβάσεις των μαθητών πάνω στον κώδικα του του παιχνιδιού.

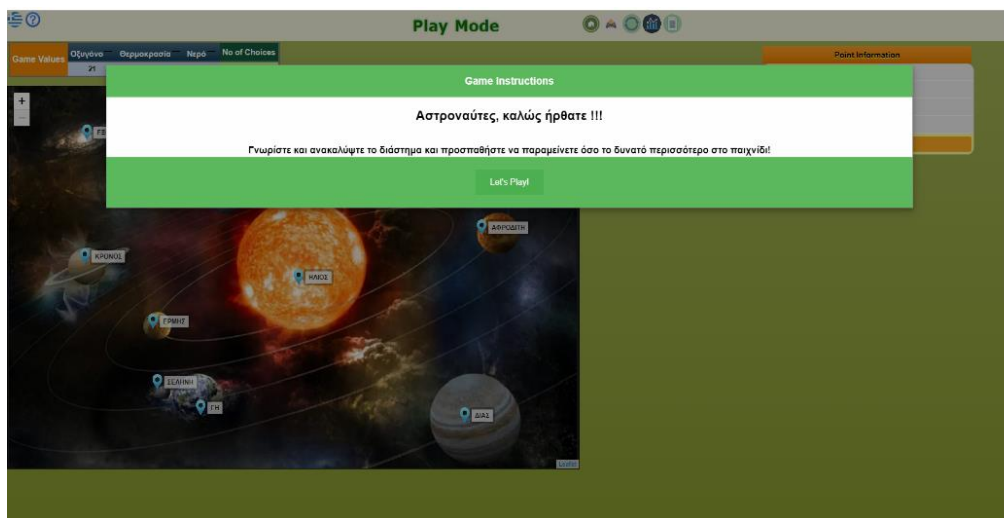
Άλλη μια πηγή δεδομένων αποτελεί τόσο η ρομποτική διάταξη που κατασκεύασαν και προγραμματίσαν οι μαθητές, όσο και το τρισδιάστατο ηλιακό σύστημα που δημιούργησαν, ώστε το ρομποτάκι τους σαν ένα “Rover” να πραγματοποιήσει το πρώτο του διαστημικό ταξίδι και να πάρει τις απαιτούμενες μετρήσεις για τις μεταβλητές που μελετήθηκαν στις προηγούμενες φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας. Ο τρόπος εργασίας των μαθητών σε ομάδες, η αναζήτηση του κατάλληλου κώδικα για τον προγραμματισμό των αισθητήρων που χρησιμοποίησαν, η μετατροπή των εννοιών αστροφυσικής που απέκτησαν, κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, σε αναπαραστάσεις και κώδικα, τα προβλήματα που προέκυψαν και η αντιμετώπισή τους, αποτελούν σημαντικά δεδομένα για την έρευνά μας.

Τα δομήματα αυτά που δημιούργησαν οι μαθητές, ατομικά ή ομαδικά, προέρχονται από την διαμόρφωση και οικοδόμηση επιστημονικών νοημάτων για φαινόμενα αστροφυσικής, έπειτα από την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοίωσης Universe Sandbox².

2.7 Ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα

2.7.1 Ψηφιακό παιχνίδι ChoiCo

Το ChoiCo είναι ένα λογισμικό που δημιουργήθηκε από το εργαστήριο εκπαιδευτικής τεχνολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, με σκοπό να υποστηρίξει μαθητές και καθηγητές στη δημιουργία των δικών τους ψηφιακών παιχνιδιών. Πρόκειται για μια «γεννήτρια παιχνιδιών», μια πλατφόρμα δημιουργίας παιχνιδιών, που ανήκουν στις κατηγορίες “point and click” και “simulation games”. Όπως γίνεται αντιληπτό από το όνομα του λογισμικού (ChoiCo = Choices with Consequences), ο παίκτης μπορεί να επιλέξει μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών που του δίνονται και κάθε μια επιλογή του αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες συνέπειες, καθοριστικές για την εξέλιξη και την έκβαση του παιχνιδιού, που αποτυπώνονται αριθμητικά στο σκορ του. Το ChoiCo διαφέρει από τα ήδη υπάρχοντα παιχνίδια στο γεγονός ότι ο μηχανισμός που καθορίζει τις επιλογές, τις συνέπειές τους και τους κανόνες του παιχνιδιού δεν είναι κλειστός προς τον χρήστη, αλλά αποτελεί αντικείμενο σκέψης, συζήτησης, διαπραγμάτευσης και τροποποίησης. Έτσι, η πλατφόρμα αυτή προσφέρει δυο διαφορετικές λειτουργίες: την λειτουργία παιχνιδιού (“Play Mode”), όπου ο κάθε παίκτης έχει τη δυνατότητα να παίξει ένα ήδη αποθηκευμένο παιχνίδι, το οποίο ή έχει σχεδιάσει και έχει αποθηκεύσει στον υπολογιστή του επιλέγοντας (“Open Game”), ή υπάρχει διαθέσιμο διαδικτυακά και τη λειτουργία του σχεδιασμού (“Design Mode”), όπου ο παίκτης μπορεί να σχεδιάσει ένα νέο παιχνίδι ή να τροποποιήσει ένα ήδη υπάρχον χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία που διαθέτει το ChoiCo.



Εικόνα 6^η: Το ψηφιακό παιχνίδι “Solar system”

Το ChoiCo, όπως αναφέραμε και παραπάνω απευθύνεται τόσο σε εκπαιδευτικούς, όσο και σε μαθητές και είναι πολύ εύκολο στη χρήση, τόσο στο κομμάτι του σχεδιασμού ενός καινούριου παιχνιδιού, όσο και στο κομμάτι του προγραμματισμού του, χωρίς να απαιτείται οι χρήστες να έχουν ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής. Ο προγραμματισμός του παιχνιδιού γίνεται με μπλοκ. Ακόμα, όσον αφορά στο προγραμματιστικό περιβάλλον του ψηφιακού παιχνιδιού στην πλατφόρμα αυτή, αποτελείται από δυο μέρη, την πλευρική μπάρα στα αριστερά της οθόνης, η οποία περιέχει όλα τα διαθέσιμα μπλοκ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και το χώρο εργασίας στα δεξιά. Το ChoiCo έχει τρία διαφορετικά περιβάλλοντα εργασίας (τις «Αρχικές Ρυθμίσεις», τους «Κανόνες Ροής» και τους «Κανόνες Τερματισμού») στα οποία υπάρχουν ορισμένες διαφοροποιήσεις σχετικά με τα διαθέσιμα μπλοκ ανάλογα με τις

λειτουργικότητες του κάθε περιβάλλοντος εργασίας, ενώ για να εισάγεις νέο μπλοκ στο χώρο εργασίας και να αποτελέσει μέρος του προγράμματος πρέπει να επιλέξεις το μπλοκ που θες και να το σύρεις (drag and drop) από την πλευρική μπάρα στα αριστερά προς το χώρο εργασίας στα δεξιά. Παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία στο σημείο αυτό να τομίσουμε ότι διαφορετικά μπλοκ μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μόνο εάν ταιριάζουν οι άκρες τους, όπως ακριβώς συμβαίνει και στα κομμάτια ενός παζλ, ενώ ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να διαγράψεις ένα μπλοκ, να το αντιγράψεις, να το απενεργοποιήσεις ώστε να μη συμμετέχει στη εκτέλεση του προγράμματος, να το ενεργοποιήσεις ξανά, καθώς και να αναιρέσεις την τελευταία σου κίνηση.

Στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής διαδικασίας, οι μαθητές καλούνται να μαστορέψουν ένα μισοψημένο ψηφιακό παιχνίδι (Κυνίγος, Υίανπουτσου, 2018) που τους δόθηκε για το ηλιακό σύστημα. Το παιχνίδι αυτό έχει σχεδιαστεί από τον εκπαιδευτικό στην πλατφόρμα ChoiCo με σκοπό να εμπλέξει τους μαθητές σε μια παραγωγική και διερευνητική αναζήτηση, προκειμένου η μάθηση να συνδυαστεί με το παιχνίδι και να γίνει διασκεδαστική και πιο αποτελεσματική για τους μαθητές.

Έτσι λοιπόν, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εφαρμόσουν όλα όσα έμαθαν σχετικά με το ηλιακό μας σύστημα, τους πλανήτες και τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη, αξιολογώντας τις γνώσεις που απέκτησαν στις προηγούμενες φάσεις της διδασκαλίας. Δεν πρέπει άλλωστε να ξεχνάμε ότι η αξιολόγηση είναι μια μεταγνωστική διαδικασία, που οδηγεί στην αυτοπραγμάτωση, την αυτοπειθαρχία, την ενσυναίσθηση, τον αναστοχασμό και την αυτοαξιολόγηση και δεν πρέπει να λείπει από καμία οργανωμένη εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπλέον ο εκπαιδευτικός μέσα από τη διαδικασία αυτή μπορεί να κρίνει το βαθμό επίτευξης των στόχων που είχε θέσει κατά το σχεδιασμό της μαθησιακής διαδικασίας.

Οι μαθητές λόγω της υλοποίησης της συγκεκριμένης δραστηριότητας εξ' αποστάσεως, εργάστηκαν ατομικά και μαστόρεψαν το παιχνίδι “Solar System” στο ChoiCo. Μέσω του παιχνιδιού, όπως αναφέραμε αναλυτικά και στο θεωρητικό πλαίσιο της έρευνάς μας, αυξάνονται τα κίνητρα της μάθησης και διευρύνονται οι γνωστικοί ορίζοντες των μαθητών (gamification). Η δυνατότητα που προσφέρει αυτό το παιχνίδι, καθιστά τους μαθητές σχεδιαστές ενός δομήματος, γεγονός που ενισχύει τη δημιουργικότητά τους, τη φαντασία τους, την κριτική τους ικανότητα και την υπολογιστική τους σκέψη.



Εικόνα 7^η: “Solar System”

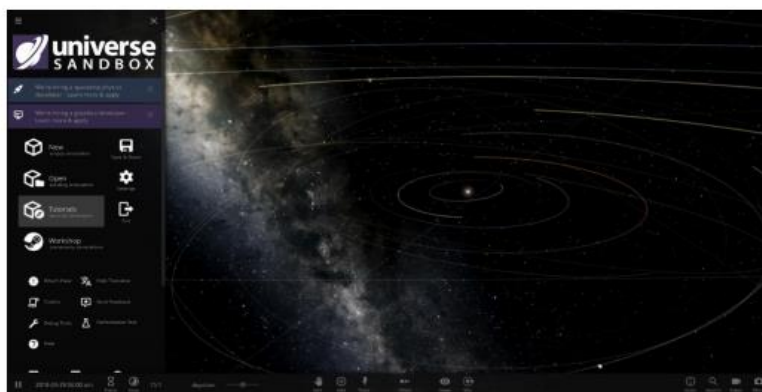
Πιο συγκεκριμένα στο παιχνίδι οι μαθητές καλούνται να κάνουν τις επιλογές που κρίνουν σωστές για να παραμείνουν σε αυτό όσο το δυνατόν περισσότερο. Παράλληλα, θα πρέπει να το συμπληρώσουν προσθέτοντας πληροφορίες για τον κάθε πλανήτη στο εισαγωγικό μήνυμα που εμφανίζεται και να προσθέσουν στο layer του κάθε πλανήτη 3 στοιχεία – αντικείμενα (π.χ φιάλη οξυγόνου, κλιματιστικό, θερμάστρα) που θα πρέπει οποσδήποτε να έχουμε μαζί μας, αν στο ενδεχόμενο μιας οικολογικής καταστροφής του πλανήτη μας, κληθούμε να αποικίσουμε τον εκάστοτε πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Οι μαθητές με τον τρόπο αυτό, σκεφτόμενοι τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε έναν από τους πλανήτες, αλλά και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες μπορεί να φιλοξενηθεί και να διατηρηθεί ζωή, προσπαθούν να σκεφτούν πως θα λύσουν βασικά προβλήματα που θα δημιουργηθούν κατά τον αποικισμό ενός πλανήτη, που δεν έχει για παράδειγμα αρκετό οξυγόνο, ή η επιτάχυνση της βαρύτητας του είναι πολύ μικρότερη ή μεγαλύτερη από αυτή του πλανήτη μας, ή η θερμοκρασία του είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτή της Γης, βρίσκοντας έτσι πρακτικές λύσεις στα προβλήματα αυτά.

Αφού ολοκλήρωσαν την δραστηριότητα αυτή, μέσα στον χρόνο που τους δόθηκε, παρουσίασαν στην ολομέλεια της τάξης, ο καθένας ατομικά με διαμοιρασμό της οθόνης του τις ιδέες τους, δικαιολογώντας πλήρως κάθε φορά τις επιλογές τους.

2.7.2 Λογισμικό προσομοιώσεων Universe Sandbox²

Στη διδασκαλία που οργανώθηκε στα πλαίσια της έρευνάς μας, έγινε χρήση του λογισμικού προσομοιώσεων Universe Sandbox², προκειμένου να εξοικειωθούν οι μαθητές με το ηλιακό μας σύστημα, τα ουράνια σώματα που το αποτελούν και τις σχέσεις που το διέπουν.

Πρόκειται για ένα λογισμικό που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό έτοιμων προσομοιώσεων σχετικά με φαινόμενα Αστροφυσικής, ενώ ταυτόχρονα δίνει και στο χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργήσει από το μηδέν τις δικές του προσομοιώσεις, κατασκευάζοντας ολόκληρα πλανητικά συστήματα, αστέρες, αστεροειδείς, δορυφόρους, κομήτες, νεφελώματα και γαλαξίες, καθορίζοντας ο ίδιος τα χαρακτηριστικά τους και τις παραμέτρους τους όπως επιθυμεί, δημιουργώντας το δικό του κόσμο. Όμως, το λογισμικό αυτό παρέχει και άλλη μια πολύ σημαντική δυνατότητα στο χρήστη, πέρα από το να πλοηγηθεί μέσα σε ένα διαδραστικό πλανητάριο, του επιτρέπει να μεταβάλλει ανά πάσα στιγμή οποιαδήποτε παράμετρο της προσομοίωσης θέλει και να παρατηρεί πως αυτή επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα της και τι συνέπειες έχει στη δομή του ηλιακού μας συστήματος. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την εμπάθυνση των γνώσεων του στον τομέα της Αστροφυσικής και της Αστρονομίας, την οικοδόμηση εννοιών για το ηλιακό μας σύστημα και την παρατήρηση φαινομένων σε πραγματικό χρόνο που υπό άλλες συνθήκες δε θα είχε τη δυνατότητα να παρακολουθήσει και να μελετήσει.



Εικόνα 8^η: Το λογισμικό Universe Sandbox²

Οι μαθητές αρχικά θα περιηγηθούν στο λογισμικό και θα έχουν λίγο χρόνο να εξερευνήσουν το ηλιακό μας σύστημα, ενώ στη συνέχεια, ακολουθώντας τις οδηγίες που τους έχουν δοθεί στα φύλλα εργασίας θα το μελετήσουν σε βάθος πραγματοποιώντας πειράματα, μεταβάλλοντας συγκεκριμένες παραμέτρους κάθε φορά και παρατηρώντας τις επιπτώσεις τους στο ηλιακό σύστημα κατά την εκτέλεση των προσομοιώσεων.

2.7.3 Πλατφόρμα Arduino Uno

Για να πραγματοποιήσουν οι μαθητές το ταξίδι τους στο ηλιακό μας σύστημα, έφτιαξαν το δικό τους “Rover” χρησιμοποιώντας για τη ρομποτική τους διάταξη το Arduino Uno (<http://www.arduino.cc/>).



Εικόνα 9^η: Arduino Uno

Πρόκειται για μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα, ανοιχτού κώδικα, με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (παρόμοια με τη C++ με κάποιες μετατροπές) και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). Υπάρχουν διάφορες εκδοχές της πλακέτας Arduino (όπως για παράδειγμα Arduino Uno, Mini, Mega, Leonardo κτλ.) με διαφορετικά χαρακτηριστικά, μικρότερων ή μεγαλύτερων διαστάσεων και δυνατοτήτων. Στη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκε η έκδοση Arduino Uno.

Το Arduino μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Μπορεί να «διαισθάνεται» το περιβάλλον με τη λήψη δεδομένων από ποικίλους αισθητήρες και μπορεί να αλληλεπιδρά με τον περίγυρό του με μετρήσεις φωτός και χρήση κινητήρων.

Στην πάνω πλευρά του Arduino, όπως φαίνεται στη “εικόνα 9”, βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοί και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμα σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Ως ψηφιακή είσοδος, μέσα από το πρόγραμμα, μπορούμε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσουμε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχουμε συνδέσει σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin.

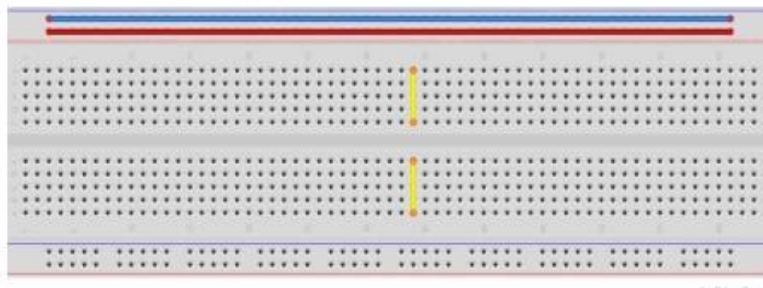
Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, βρίσκεται μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος, κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter), που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά, που περιγράψαμε παραπάνω. Όσον αφορά στην τροφοδοσία, το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα, είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που βρίσκεται στην κάτω αριστερή

γωνία του Arduino. Η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC. Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 3.3V.
- Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται, είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι γειώσεις.

Το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino είναι το Arduino IDE (Intergrated Development Environment). Πρόκειται για ένα λογισμικό, βασισμένο σε Java και το οποίο παρέχει ένα πρακτικό περιβάλλον για τη συγγραφή προγραμμάτων για την πλακέτα του Arduino, έτοιμα παραδείγματα, έτοιμες βιβλιοθηκες για προέκταση της γλώσσας, τον compiler για τη μεταγλώττιση των προγραμμάτων και την επιλογή να ανεβάσουμε το μεταγλωττισμένο πρόγραμμα στο Arduino.

Επιπλέον, στην περίπτωση που χρειάζεται να συνδεθούν πολλά στοιχεία στη ρομποτική διάταξη του Arduino, θα χρησιμοποιήσετε το Breadboard. Πρόκειται για μια πλατφόρμα που μας επιτρέπει να κατασκευάσουμε εύκολα κυκλώματα χωρίς να απαιτείται να γίνουν κολλήσεις. Διαθέτει οπές πάνω στις οποίες μπορούν να συνδεθούν διάφορα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά στοιχεία, ενώ εσωτερικά υπάρχουν κάποιοι μεταλλικοί κύλινδροι, που έχουν ως στόχο να κρατήσουν τα ηλεκτρονικά στοιχεία στη θέση τους, αλλά και να μεταφέρουν τον ηλεκτρισμό και το ηλεκτρικό σήμα γενικότερα από μια οπή σε μια άλλη, ως καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Οι οπές αυτές, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, συνδέονται οριζόντια μεταξύ τους, στις εξωτερικές τους σειρές και χρησιμοποιούνται για να παρέχουμε τροφοδοσία και γείωση σε πολλά στοιχεία του κυκλώματος ταυτόχρονα, ενώ στην ενδιάμεση περιοχή συνδέονται κάθετα ανά πεντάδες και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του σήματος και τη σύνδεση όλων των εξαρτημάτων, στην ουσία λοιπόν αποτελούν τους κόμβους του κυκλώματος. Όσον αφορά στον τρόπο σύνδεσης, γνωρίζουμε ότι υπάρχουν δυο τρόποι σύνδεσης των επιμέρους στοιχείων μεταξύ τους, σε σειρά και σε παραλληλία. Όταν λέμε ότι μια σύνδεση είναι σε σειρά, εννοούμε ότι εκεί που τελειώνει το ένα άκρο ενός στοιχείου, ξεκινάει το επόμενο στοιχείο. Αυτό είναι πολύ απλό να υλοποιηθεί πρακτικά πάνω στο Breadboard, το μόνο που χρειάζεται είναι στην πεντάδα που τελειώνει το ένα στοιχείο, στην ίδια πεντάδα να συνδέσουμε το επόμενο στοιχείο. Δεν έχει σημασία σε ποιο γράμμα θα ξεκινάει το ποδαράκι του δεύτερου στοιχείου, αρκεί να βρίσκεται στην ίδια πεντάδα με το πρώτο. Αντίστοιχα για την παράλληλη σύνδεση, όπως ξέρουμε άλλωστε από τη φυσική, θα πρέπει τα στοιχεία να έχουν κοινή αρχή και κοινό τέλος, άρα να ξεκινάνε από την ίδια πεντάδα και να τελειώνουν στην ίδια πεντάδα. Στην ίδια πεντάδα, μπορούμε να συνδέσουμε παράλληλα ως και πέντε διαφορετικά στοιχεία, ενώ στην περίπτωση που είναι απαραίτητο να συνδεθούν περισσότερα στοιχεία παράλληλα μεταξύ τους, το μόνο που χρειάζεται είναι να συνδέσουμε με ένα καλωδιάκι δυο διαφορετικές πεντάδες.



Εικόνα 10^η: Breadboard για την κατασκευή κυκλωμάτων

2.8 Πρόσθετη παιδαγωγική αξία των ψηφιακών και ρομποτικών διατάξεων

Οι μαθητές συνήθως διδάσκονται στη Β' Λυκείου την ενότητα της βαρύτητας και τις κινήσεις των πλανητών από το σχολικό τους βιβλίο, δυσκολεύονται όμως να κατανοήσουν και να έχουν μια πληρέστερη εικόνα της δομής του ηλιακού μας συστήματος και των συνθηκών που επικρατούν σε κάθε ένα πλανήτη του. Είναι προφανές, ότι η συμβολή των νέων τεχνολογιών στη διδακτική της συγκεκριμένης ενότητας είναι καθοριστική και η παιδαγωγική αξία της είναι μεγάλη.

Αυτό κυρίως προσδιορίζεται από την τεράστια κλίμακα μεγέθους στην οποία εξελίσσονται τα φαινόμενα που μελετούμε, του ηλιακού μας συστήματος, καθώς και από την αδυναμία μας να καταφέρουμε να προσεγγίσουμε και να μελετήσουμε το σύστημα αυτό με άλλο τρόπο. Συνεπώς, η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών και συγκεκριμένα του λογισμικού προσομοίωσης Universe Sandbox² μας παρέχει τη δυνατότητα να εξερευνήσουμε το σύμπαν. Αλλάζοντας την κλίμακα των μεγεθών που μελετάμε, έχουμε ένα τεράστιο διδακτικό πλεονέκτημα, όσον αφορά την καλύτερη κατανόηση του από τους μαθητές, σε πραγματικό χρόνο, μέσα στα χρονικά όρια του σχολικού μαθήματος.

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εκπαιδευτικά λογισμικά, προσομοιώσεις, ψηφιακά εργαλεία, ψηφιακά παιχνίδια και ρομποτικές διατάξεις, οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να

- ✓ συνειδητοποιήσουν όσο το δυνατόν περισσότερο το τεράστιο μέγεθος του σύμπαντος κόσμου που μας περιβάλλει
- ✓ έρθουν σε επαφή με το ηλιακό μας σύστημα, να κατανοήσουν τη δομή και τα χαρακτηριστικά του κάθε πλανήτη που το αποτελεί
- ✓ αντιληφθούν ποια ουράνια σώματα υπάρχουν στο διάστημα
- ✓ συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά του πλανήτη μας με τους άλλους πλανήτες του ηλιακού συστήματος και να εξάγουν συμπεράσματα για την ύπαρξη συνθηκών κατάλληλων για ζωή σε άλλους πλανήτες
- ✓ διασαφηνίσουν έννοιες που πιθανόν βρίσκονται σε σύγχυση μέσα τους σχετικά με το σύμπαν

Έτσι, η διδασκαλία που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, μέσω ενός ελκυστικού περιβάλλοντος, είχε σκοπό να ταξιδέψει τους μαθητές στο διάστημα, δίνοντάς τους όλα τα απαραίτητα εφόδια για διερεύνηση στο ταξίδι τους αυτό.

Οι δραστηριότητες της ερευνητικής διαδικασίας επικεντρώνονται κυρίως γύρω από την χρήση του λογισμικού προσομοιώσεων που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, όχι μόνο να αντλήσει χρήσιμες πληροφορίες, αλλά και να αλληλεπιδράσει δυναμικά μαζί του, του ψηφιακού παιχνιδιού που έφτιαξε ο εκπαιδευτικός και της ρομποτικής διάταξης που προγραμμάτισαν και κατασκεύασαν οι μαθητές, προσδίδοντας πρόσθετη παιδαγωγική

αξία στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπλέον, με τη χρήση των ψηφιακών και ρομποτικών αυτών διατάξεων, οι μαθητές μπορούν να αλλάξουν τις παραμέτρους του συστήματος και να δουν άμεσα τα αποτελέσματα και τις συνέπειες των επιλογών τους, να εξερευνήσουν το διάστημα και να αλληλεπιδράσουν με δυναμικό τρόπο με τους μηχανισμούς του μακρόκοσμου, κάτι που διαφορετικά θα ήταν αδύνατον και αυτό εξάπτει τη φαντασία τους και τη δημιουργικότητά τους ακόμα περισσότερο.

3. Ανάλυση Δεδομένων Έρευνας

3.1 Πλαίσιο ανάλυσης

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται τα δεδομένα της έρευνας και γίνεται η ανάλυσή τους. Με βάση το θεωρητικό υπόβαθρο που αναπτύχθηκε στο πρώτο κεφάλαιο και τις επιδιώξεις της έρευνας, επιλέχθηκε για την ανάλυση των δεδομένων μέθοδος της “Ανάλυσης Περιεχομένου” (Context Analysis). Αποτελεί μια εύχρηστη μέθοδο, μια τεχνική, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στην ποιοτική έρευνα για την ερμηνεία νοήματος από τα δεδομένα κειμένου και τον προσδιορισμό σημαντικών πτυχών του περιεχομένου. Στόχος του ερευνητή είναι να μελετήσει και να αναλύσει τα δεδομένα που έχει συλλέξει, να τα κωδικοποιήσει και στη συνέχεια να τα κατηγοριοποιήσει.

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ο μεγάλος βαθμός ελευθερίας και ευελιξίας που την χαρακτηρίζει, καθώς δεν προϋποθέτει τη δέσμευση των ερευνητών σε συγκεκριμένες οντολογικές ή επιστημονικές θέσεις, όπως συμβαίνει με άλλες ποιοτικές αναλύσεις (Braun & Clarke, 2006), χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι η έρευνα διεξήχθη χωρίς επιστημολογική πλαισίωση. Στη μέθοδο αυτή, ο ερευνητής καλείται να προσδιορίσει ο ίδιος επιστημολογικά και θεωρητικά την ανάλυσή του, κυρίως βάσει των ερευνητικών του ερωτημάτων. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο ερευνητής στη μέθοδο αυτή είναι τα ακόλουθα:

- Εξοικείωση με τα δεδομένα: στο στάδιο αυτό της ανάλυσης, ο ερευνητής καλείται να εξοικειωθεί με το ερευνητικό υλικό, να διαβάσει ξανά και ξανά με μεγάλη προσοχή τα ερευνητικά του δεδομένα. Αφού δημιουργήσει μια πρώτη εικόνα αναφορικά με τα δεδομένα και αποφασίσει ποια από αυτά έχουν αξία, περνάει στο στάδιο της κωδικοποίησης.
- Κωδικοποίηση σε θέματα: στο δεύτερο στάδιο της ανάλυσης δημιουργούνται κατηγορίες και υποκατηγορίες. Κάθε κατηγορία είναι παράδειγμα κάποιας θεματικής ιδέας. Στόχος του ερευνητή στο στάδιο αυτό είναι η ομαδοποίηση των δεδομένων που σχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη θεματική ιδέα, που τους επιτρέπει να εξεταστούν μαζί. Η διαδικασία της κωδικοποίησης αποτελεί σημαντικό μέρος της ανάλυσης, καθώς εντοπίζονται θεματικές ιδέες που συνδέονται μεταξύ τους και έτσι τα δεδομένα οργανώνονται σε ομάδες.
- Αναζήτηση θεμάτων/μοτίβων και συνδέσεων: στο στάδιο αυτό, η ανάλυση εστιάζεται στην αναζήτηση της σχετικής σημασίας των δεδομένων και του προσδιορισμού των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων ή των θεμάτων. Εδώ ο ερευνητής συνδυάζει διαφορετικούς κωδικούς, αναζητώντας πιθανά θέματα ή μοτίβα που προκύπτουν μέσα από τα δεδομένα. Τα θέματα συμπυκνώνουν ομάδες κωδικών ή κατηγοριών και ενέχουν μεγαλύτερο βαθμό ερμηνείας από τους κωδικούς ή τις κατηγορίες (Langridge, 2004). Ο ερευνητής καλείται να συνδέσει, να δώσει νόημα, να κατανοήσει, να περιγράψει, να συμπεράνει, να και να ερμηνεύσει το ερευνητικό υλικό με βάση συγκεκριμένες θέσεις, επιστημολογικές παραδοχές και τον ευρύτερο ερευνητικό σχεδιασμό.

- **Επανεξέταση θεμάτων:** το στάδιο αυτό ξεκινάει όταν αρχίσει να διαμορφώνεται ένα σύνολο θεμάτων και περιλαμβάνει την επανεξέτασή τους, καθώς κάποια από αυτά μπορεί να μην πληρούν τα κριτήρια για να συμπεριληφθούν (αν για παράδειγμα δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα ώστε να τα στηρίξουν). Ακόμα, κάποια θέματα μπορεί να επικαλύπτονται, οπότε πρέπει να συγχωνευθούν σε ένα και άλλα ίσως πρέπει να διαχωριστούν σε χωριστά θέματα.
- **Ονομασία θεμάτων:** το στάδιο αυτό ξεκινάει όταν έχει διαμορφωθεί ο θεματικός χάρτης των δεδομένων. Σε αυτή τη φάση προσδιορίζεται η ουσία του κάθε θέματος και η διάσταση των δεδομένων που συλλαμβάνει. Πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει αλληλεπικάλυψη μεταξύ των θεμάτων, ενώ στο τέλος του σταδίου αυτού, ο ερευνητής πρέπει να είναι σε θέση να περιγράψει σύντομα το σκοπό και το περιεχόμενο του κάθε θέματος και να σκεφτεί τα ονόματα που θα δώσει στα διάφορα θέματα στην τελική ανάλυση. Τα ονόματα πρέπει να είναι περιεκτικά και να δίνουν στον αναγνώστη μια σαφή εικόνα για το τί περιλαμβάνει το κάθε θέμα.
- **Ερμηνεία και εξαγωγή δεδομένων:** το τελευταίο στάδιο της ανάλυσης ξεκινάει όταν συγκεντρωθεί όλο το σύνολο των πλήρως επεξεργασμένων θεμάτων που προκύπτουν από το ερευνητικό υλικό, και περιλαμβάνει την ερμηνεία και την εξαγωγή των ευρημάτων. Το ζητούμενο στο στάδιο αυτό είναι ο αναγνώστης να πείθεται για την αξία και την εγκυρότητα της ανάλυσής του. Η ερμηνεία και η εξαγωγή των δεδομένων πρέπει να παρέχει επαρκή στοιχεία που να τεκμηριώνουν τα διάφορα θέματα που παρουσιάζονται. Για το σκοπό αυτό, ο ερευνητής πρέπει να επιλέξει ιδιαίτερα ζωντανά παραδείγματα για να παρουσιάσει.

Η ανάλυση περιεχομένου στην παρούσα έρευνα βασίστηκε σε δεδομένα που προέρχονται από τα pre και post-tests, τα φύλλα εργασίας, τις σημειώσεις και τις παρατηρήσεις του ερευνητή κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, τα δομήματα που δημιούργησαν οι μαθητές, τόσο ομαδικά, όσο και ατομικά, αλλά και από τις συνεντεύξεις των μαθητών, που πραγματοποιήθηκαν στο τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Από τα δεδομένα αυτά, διαμορφώθηκε ένα σύστημα κωδικοποίησης, το οποίο βασίζεται στην κάλυψη των βασικών αξόνων που διαμορφώνονται μέσα από τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην ενότητα της μεθοδολογίας της έρευνας:

- a) Ποιες οι παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές σχετικά με τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα;
- b) Ποιοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νοημάτων και πώς τους αντιλαμβάνεται οι μαθητές;
- c) Ποιος ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών (εκπαιδευτικών λογισμικών και προσομοιώσεων) και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη δημιουργία επιστημονικών νοημάτων και στην αναδόμηση των αρχικών παρανοήσεων;

3.2 Κατηγορίες ανάλυσης

Μετά τη διαδικασία απομαγνητοφώνησης των συνεντεύξεων των μαθητών, σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις που κατέγραφε ο ερευνητής σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, των pre και post tests και των φύλλων εργασίας, δημιουργήθηκε ένα σύστημα κωδικοποίησης, που εστιάζει στην κάλυψη των βασικών αξόνων της έρευνας, που διαμορφώθηκαν μέσα από τα ερευνητικά της ερωτήματα. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκαν κάποιες κατηγορίες ανάλυσης που έχουν άμεση σχέση με το θεωρητικό πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας και για τις οποίες έχουν ληφθεί υπόψη οι διαλογικές αλληλεπιδράσεις των μαθητών με τις ψηφιακές και ρομποτικές διατάξεις, αλλά

και μεταξύ τους. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές εμπεριέχουν στοιχεία από τη διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning), τον κονστραξιονισμό (constructionism), την παιγνιώδη μάθηση (gamification) και το επιστημονικό περιεχόμενο (scientific content).

Ακολουθώντας λοιπόν, τη διαδικασία της ανάλυσης που προτείνει η “Μέθοδος Ανάλυσης Περιεχομένου”, παραθέτουμε τις κατηγορίες ανάλυσης και τις αντίστοιχες υποκατηγορίες τους για κάθε μια διάσταση.

- αλληλεπιδράσεις που επηρεάζονται και εκφράζονται από τη διερεύνηση (inquiry): δημιουργία υποθέσεων (ΔΥ), η οποία αναφέρεται στη δημιουργία/διατύπωση υποθέσεων των μαθητών κατά την διαδικασία της έρευνας, εξερεύνηση-πειραματισμός (ΕΠ), αναφέρεται στην εξερεύνηση/πειραματισμό των μαθητών μέσω των προσομοιώσεων, συμπεράσματα (ΣΥΜ), α οποία αναφέρονται στα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουν οι μαθητές μετά τον πειραματισμό τους
- αλληλεπιδράσεις που επηρεάζονται και εκφράζονται από το επιστημονικό περιεχόμενο (scientific content): αρχικές αναπαραστάσεις (ΑΡΧ), που αναφέρονται στις λανθασμένες πρότερες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών, έννοιες (ΕΝΝ), όταν ο μαθητής στις διατυπώσεις του χρησιμοποιεί μια με δυο επιστημονικές έννοιες, κατανόηση (ΚΑΤ), όταν ο μαθητής χρησιμοποιεί πάνω από δυο επιστημονικές έννοιες για να διατυπώσει τις σκεψεις του.
- αλληλεπιδράσεις που επηρεάζονται και εκφράζονται από την παιγνιώδη μάθηση (gamification): διασκέδαση (ent), όταν ο μαθητής μόνο παίζει/διασκεδάζει την ώρα της δραστηριότητας, χάνοντας τον πραγματικό σκοπό της, μάθηση (edu), όταν καταλήγει να κατακτά τη γνώση μέσα από το παιχνίδι, συνδυασμός διασκέδασης και μάθησης (edutainment = education & entertainment).
- αλληλεπιδράσεις που επηρεάζονται και εκφράζονται από τον κονστραξιονισμό (constructionism) κατά τη διάρκεια της ρομποτικής κατασκευής των μαθητών: προγραμματισμός κώδικα (ΠΚ), συνδεσμολογία, καλιμπράρισμα και χρήση αισθητήρων (ΣΚΧΑ), δημιουργία επιστημονικού περιεχομένου (ΔΕΠ).

3.3 Ανάλυση δεδομένων

Στην ενότητα αυτή, θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα που συλλέξαμε από τους μαθητές που προσφέρθηκαν να συμμετάσχουν στην ερευνητική διαδικασία. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων από όλα τα μέσα συλλογής δεδομένων που αναφέρθηκαν παραπάνω, μέσα από τα οποία, ο ερευνητής απέκτησε μια πληρέστερη εικόνα για το υπό μελέτη θέμα και τα ερευνητικά ερωτήματα του.

3.3.1 Αξιοποίηση λογισμικών προγραμμάτων κατά τη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης

Στο ιδιαίτερα δύσκολο έργο της ανάλυσης, οργάνωσης, κωδικοποίησης και ερμηνείας των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την ερευνητική διαδικασία ο ερευνητής μπορεί να χρησιμοποιήσει κατάλληλα λογισμικά προγράμματα υποβοήθησης ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων, μερικά από τα πιο γνωστά NVivo, Atlas.ti, MAXqda, Ethnograph. Τα λογισμικά αυτά της ποιοτικής ανάλυσης δεν είναι τόσο δημοφιλή, όσο τα αντίστοιχα στατιστικά προγράμματα που αξιοποιούνται στην ποσοτική έρευνα, όμως τα τελευταία χρόνια παρατηρείται τεράστιο ενδιαφέρον για τη χρήση τους και όλο και περισσότεροι

ερευνητές τα αξιοποιούν κατά την διαδικασία της ανάλυσης των ποιοτικών τους δεδομένων.

Οι βασικές λειτουργίες των προγραμμάτων αυτών έχουν να κάνουν με την οργάνωση και ταξινόμηση των δεδομένων, την κωδικοποίηση και κατηγοριοποίησή τους, την αναζήτηση και την ανάκτηση δεδομένων, την οπτικοποίηση των ευρημάτων μέσω των απεικονήσεων και την έκθεση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες είναι πολύπλοκες και χρονοβόρες κατά την ανάλυσή τους με το χέρι και γίνονται πολύ πιο γρήγορα μέσω της αξιοποίησης των ειδικών προγραμμάτων.

Μερικά ακόμα εξίσου σημαντικά πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων λογισμικών, είναι η δυνατότητά τους να επεξεργάζονται διαφορετικούς τύπους αρχείων, όπως κείμενα, οπτικοακουστικά αρχεία, βίντεο από το youtube, ιστοσελίδες, blogs, η παράλληλη πραγματοποίηση πολλών διαφορετικών λειτουργιών, όπως οργάνωση, κωδικοποίηση και δημιουργία διαγραμμάτων σε μια κοινή, ενιαία διεπιφάνεια εργασίας, η καλύτερη διαχείριση και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και η ταυτόχρονη εργασία διαφορετικών ερευνητών σε κοινό πρόγραμμα χρησιμοποιώντας τον ίδιο διακομιστή.

Το πιο σημαντικό μειονέκτημα ωστόσο των λογισμικών αυτών σχετίζεται με τον χρόνο και τον κόπο που απαιτείται για την εκμάθηση ενός τέτοιου προγράμματος, καθώς και το υψηλό κόστος απόκτησής του.

Είναι συνεπώς στο χέρι του εκάστοτε ερευνητή να ζυγίσειτα υπέρ και τα κατά των προγραμμάτων αυτών και να αποφασίσει αν θα τα χρησιμοποιήσει κατά την ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων της έρευνάς του, ή αν θα αρκестεί στην ανάλυση των δεδομένων του με το χέρι.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να τονίσουμε ότι η διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης, ακόμα και αν υποβοηθείται από κατάλληλα προγράμματα, παραμένει μια ερμηνευτική διαδικασία, κατά την οποία η δημιουργικότητα, η επινοητικότητα και η φαντασία του ερευνητή εξακολουθούν να είναι παρούσες.

Για την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα λογισμικού ATLAS.ti, που περιέχει εργαλεία που βοηθούν τον ερευνητή να εντοπίσει, να κωδικοποιήσει, να σχολιάσει και να ερμηνεύσει τα αποτελέσματά του, να αξιολογήσει τη σημασία τους και να απεικονίσει τις σχέσεις μεταξύ τους. Παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων και μπορεί να επεξεργάζεται αρχεία διαφορετικών τύπων, όπως κείμενα, εικόνες, αρχεία ήχου, βίντεο, ενώ είναι διαθέσιμο για Mac και Windows και κινητά με λογισμικά Android και Apple.

3.3.2 Φάση A' – Pre-test

Σε αυτή τη φάση στόχος του ερευνητή ήταν να διαπιστώσει τις αρχικές ιδέες και παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με το υπό μελέτη θέμα. Οι μαθητές στη φάση αυτή απάντησαν ατομικά στο pre-test που τους δόθηκε. Πρέπει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι το πλήθος των απαντήσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των συμμετεχόντων, καθώς στην ποιοτική έρευνα, μια απάντηση, μπορεί να ταιριάζει σε περισσότερες από μια κατηγορίες ανάλυσης.

Ερώτηση 1^η: Τι γνωρίζεις για το ηλιακό μας σύστημα; Είχε πάντα την δομή που παρουσιάζει τώρα;

Πίνακας 1^{ος}: Απαντήσεις για το ηλιακό σύστημα

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Όχι το ηλιακό μας συστημα δεν ειχε πάντα αυτην την μορφή. Οι συγκρουσεις πλανητων και αστεροειδών το έφεραν στην τωρινή μορφή
3	Δεν γνωρίζω πολλά, η δομή του πάντως σίγουρα δεν θα ήταν σταθερή από την δημιουργία του σύμπαντος μέχρι τώρα (εφόσον επρόκειτο να αλλάξει και η τωρινή πολύ αργότερα)
1	Όχι, το ηλιακό μας σύστημα δεν είχε πάντα τη δομή που παρουσιάζει τώρα. Πριν από περίπου 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια ήταν ένα νέφος υδρογόνου γεμάτο με αέρια, σκόνη και συντρίμμια τα οποία μπήκαν σε τροχιά γύρω από έναν επίπεδο δίσκο.
1	Όχι δεν είχε πάντα αυτή τη μορφή, στην αρχή δεν υπήρχαν πλανήτες, μόνο σκόνη και σκουπίδια.
1	Μάλλον δεν υπήρχαν οι πλανήτες
1	Στην αρχή ήταν μόνο ο ήλιος, μετά δημιουργήθηκαν οι πλανήτες.
1	Ίσως ήταν ο ήλιος αλλά όχι όλοι οι πλανήτες
1	Παλιά υπήρχε μόνο ο γαλαξίας χωρίς τον ήλιο και τους πλανήτες



Γράφημα 1^ο: Δομή του ηλιακού συστήματος

Παρατηρούμε ότι οι μαθητές έδωσαν διάφορες απαντήσεις, οι οποίες ήταν αναμενόμενες, καθώς δεν μπορούν να οπτικοποιήσουν τη δομή του ηλιακού συστήματος και τον τρόπο με τον οποίο σχηματίστηκε

Ερώτηση 2^η: Από πόσους πλανήτες αποτελείται το ηλιακό μας σύστημα;

Πίνακας 2^{ος}: Αριθμός πλανητών του ηλιακού συστήματος

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	8 πλανήτες
1	12 πλανήτες
2	9 πλανήτες
1	10 πλανήτες



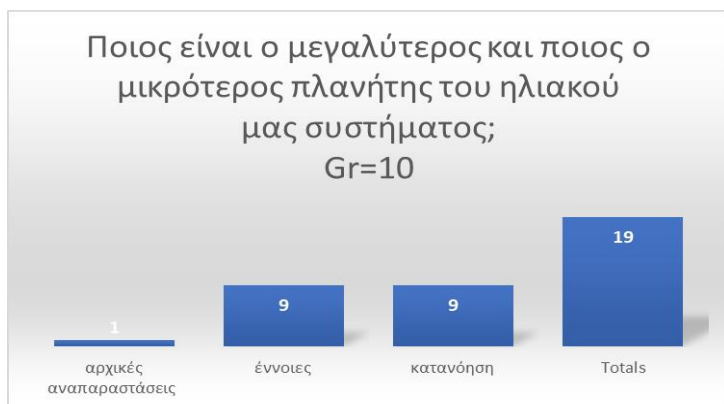
Παρατηρούμε ότι κάποιοι μαθητές δε γνώριζαν τον αριθμό των πλανητών που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα. Μόνο 6 από τους 10 μαθητές απάντησαν σωστά, οι υπόλοιποι πιθανώς υπολόγισαν ως πλανήτες κάποιους από τους νάνο-πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος ή κάποια άλλα ουράνια σώματα.

Γράφημα 2^ο: Πλανήτες του ηλιακού συστήματος

Ερώτηση 3^η: Ποιος είναι ο μεγαλύτερος και ποιος ο μικρότερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος;

Πίνακας 3^{ος}: Μεγαλύτερος και μικρότερος πλανήτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	Μεγαλύτερος ο Δίας και μικρότερος ο Ερμής
1	Μεγαλύτερος ο Δίας και μικρότερη η Αφροδίτη



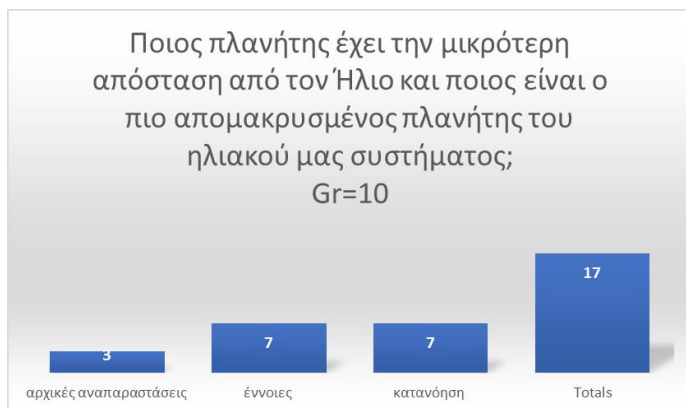
Παρατηρούμε ότι σχεδόν όλοι μαθητές απάντησαν σωστά εκτός από έναν που είχε εσφαλμένη αντίληψη για το μικρότερο πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος

Γράφημα 3^ο: Ο μικρότερος και ο μεγαλύτερος πλανήτης

Ερώτηση 4^η: Ποιος πλανήτης έχει την μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο και ποιος είναι ο πιο απομακρυσμένος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος;

Πίνακας 4^{ος}: Απόσταση πλανητών από τον ήλιο

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
7	Μικρότερη απόσταση ο Ερμής και μεγαλύτερη ο Ποσειδώνας
1	Μικρότερη απόσταση η Αφροδίτη και μεγαλύτερη ο Πλούτωνα
1	Μικρότερη απόσταση ο Ερμής και μεγαλύτερη ο Πλούτωνα
1	Μικρότερη απόσταση ο Ερμής και μεγαλύτερη ο Ουρανός



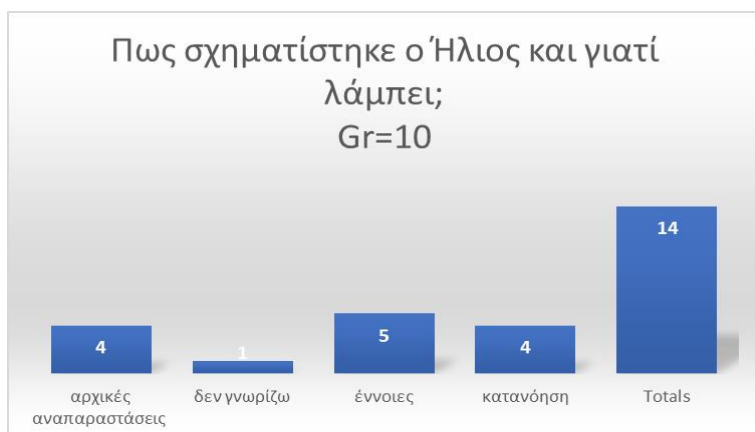
Παρατηρούμε ότι οι 7 στους 10 μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση, ενώ οι υπόλοιποι 3 δεν έχουν σαφή εικόνα των πλανητών που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα ή των αποστάσεων των πλανητών από τον ήλιο

Γράφημα 4^ο: Αποστάσεις από τον ήλιο

Ερώτηση 5^η: Πως σχηματίστηκε ο Ήλιος και γιατί λάμπει;

Πίνακας 5^{ος}: Σχηματισμός ήλιου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	ο Ήλιος είναι ένας αστέρας. Η λάμψη προέρχεται από τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται
1	Από το big bang νομίζω. Το φως του οφείλεται στην υψηλή του θερμοκρασία
2	Σχηματίστηκε εξαιτίας των αντιδράσεων του υδρογόνου που υπήρχε στο διάστημα και λάμπει χάρη στη μεγάλη ενέργεια του υδρογόνου.
2	Από έκρηξη. Λάμπει γιατί είναι πολύ ζεστός
1	Λόγω αντιδράσεων που συμβαίνουν στο εσωτερικό του
1	Σχηματίστηκε από έκρηξη που συνέβη στο διάστημα και λάμπει λόγω των στοιχείων που το αποτελούν.
1	Σχηματίστηκε από έκρηξη και λάμπει γιατί είναι ήλιος
1	Δεν γνωρίζω



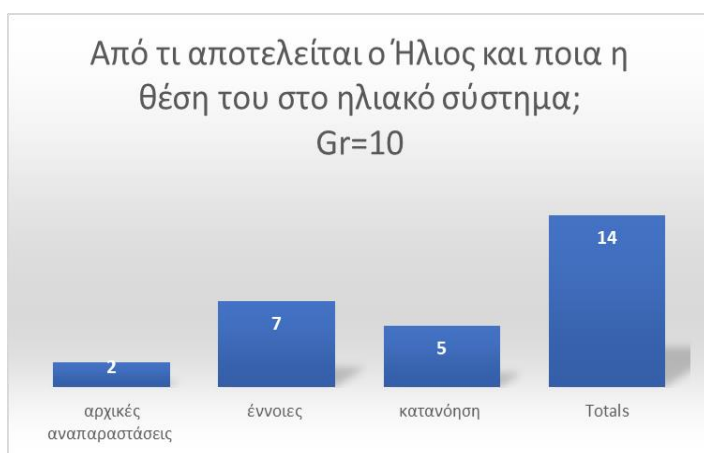
Παρατηρούμε ότι μόνο 2 μαθητές γνώριζαν ότι ο ήλιος, το αστέρι του ηλιακού μας συστήματος σχηματίστηκε από την αντίδραση/μετατροπή του υδρογόνου σε άλλα βαρύτερα στοιχεία, που ονομάζεται πυρηνική σύντηξη και λάμπει εξαιτίας του υδρογόνου από το οποίο αποτελείται, που έχει μεγάλη ενέργεια.

Γράφημα 5^ο: Σχηματισμός του ήλιου

Ερώτηση 6^η: Από τι αποτελείται ο Ήλιος και ποια η θέση του στο ηλιακό σύστημα;

Πίνακας 6^{ος}: Από τι αποτελείται ο ήλιος και ποια η θέση του

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Από Η και Ν. Στο κέντρο του ηλιακού μας συστήματος
4	Ο ήλιος αποτελεί το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος και αποτελείται από ήλιο και υδρογόνο
1	Ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος και αποτελείται από πλάσμα.
3	δε γνωρίζω
1	βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος και αποτελείται κυρίως από υδρογόνο



Παρατηρούμε ότι οι μισοί μαθητές δε γνώριζαν από τι αποτελείται ο ήλιος, ενώ τρεις μαθητές δεν ήξεραν ούτε τη θέση που έχει στο ηλιακό μας σύστημα.

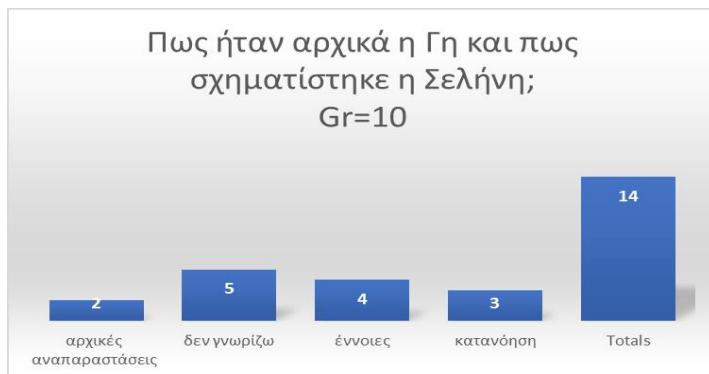
Γράφημα 6^ο: Θέση και σύσταση του ήλιου

Ερώτηση 7^η: Πως ήταν αρχικά η Γη και πως σχηματίστηκε η Σελήνη;

Πίνακας 7^{ος}: Η γη και ο σχηματισμός της Σελήνης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Η Γη ήταν ένας φιλοξενος για ζωή, ζεστος πλανητης χωρις ατμοσφαιρα. Η σεληνη δημιουργηθηκε μετα απο σύγκρουση με ενα ουράνιο σώμα στην επιφανεια της Γης οπου ενας μερος της αποκοπηκε
1	Αρχικά η Γη υπήρχε χωρίς το φεγγάρι και ήταν ένας βραχώδης πλανήτης με υψηλές θερμοκρασίες στην επιφάνειά του. Όταν κάποια στιγμή συγκρούστηκε με έναν άλλον πλανήτη και τα συντρίμια λόγω της βαρύτητας μπήκαν σε τροχιά γύρω από τη Γη και στη συνέχεια ενώθηκαν δημιουργώντας τη Σελήνη.
1	ήταν πολύ ζεστός πλανήτης και η σελήνη σχηματίστηκε από τη σύγκρουση της γης με άλλο πλανήτη
5	δε γνωρίζω
1	η γη ήταν πολύ ζεστή και η σελήνη σχηματίστηκε από σύγκρουση μετεωριτών

1	όπως είναι τώρα. η σελήνη σχηματίστηκε από διαστημικά σκουπίδια που τέθηκαν σε τροχιά γύρω από τη γη
---	--



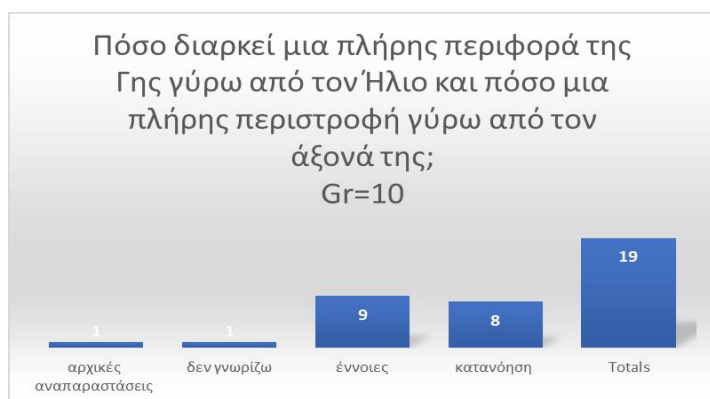
Παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των μαθητών δεν γνωρίζει πως ήταν αρχικά ο πλανήτης που ζούμε, ούτε πως δημιουργήθηκε η Σελήνη, ο φυσικός δορυφόρος της γης

Γράφημα 7^ο: Σχηματισμός σελήνης

Ερώτηση 8^η: Πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο και πόσο μια πλήρης περιστροφή γύρω από τον άξονά της;

Πίνακας 8^ο: Διάρκεια περιφοράς και περιστροφής της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	Η περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο διαρκεί 365 μέρες ενώ η περιστροφή της γύρω από τον άξονά της 24 ώρες
1	Η περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο διαρκεί 365 μέρες ενώ η περιστροφή της γύρω από τον άξονά της 30 μέρες
1	Δεν γνωρίζω



Η πλειοψηφία των μαθητών έδωσε ικανοποιητική απάντηση σχετικά με την διάρκεια περιφοράς και περιστροφής της γης.

Γράφημα 8^ο: Περιφορά και περιστροφή της γης

Ερώτηση 9^η: Ποιοι είναι οι βραχώδεις (γήινοι) πλανήτες και πως δημιουργήθηκαν;

Πίνακας 9^ο: Βραχώδεις πλανήτες

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Εκατό εκατομμύρια χρόνια μετά τη γέννηση του Ήλιου, όταν τα διαστημικά συντρίμια μπήκαν σε τροχιά γύρω από αυτόν και άρχισαν

	να συγκρούονται μεταξύ τους, αλλά και να συγχωνεύονται, οδήγησαν σε έναν πλανητοειδή σχηματισμό, έτσι δημιουργήθηκαν οι βραχώδεις πλανήτες. Βραχώδεις πλανήτες: Ερμής, Αφροδίτη, Άρης και Γη.
1	βραχώδεις πλανήτες είναι Ερμής, Αφροδίτη, Άρης και Γη, και δημιουργήθηκαν από έκρηξη
1	οι βραχώδεις πλανήτες είναι Ερμής, Αφροδίτη, Άρης και Γη και σχηματίστηκαν από τα διαστημικά σκουπίδια
6	βραχώδεις πλανήτες είναι Ερμής, Αφροδίτη, Άρης και Γη
1	Μικρού μεγεθους πλανητες όπως η γη



Γράφημα 9^ο: Βραχώδεις πλανήτες



Γράφημα 10^ο: Δημιουργία τους

Οι πλειοψηφία των μαθητών γνώριζε ποιοι είναι οι βραχώδεις πλανήτες, αγνοούσε όμως τον τρόπο με τον οποίο αυτοί δημιουργήθηκαν

Ερώτηση 10^η: Ποιοι είναι οι αέριοι πλανήτες και πως δημιουργήθηκαν;

Πίνακας 10^{ος}: Αέριοι πλανήτες

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Είναι γίγαντες πλανήτες
1	Οι αέριοι πλανήτες είναι ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ποσειδώνας και ο Ουρανός. Οι πλανήτες αυτοί δημιουργήθηκαν στις περιοχές με τα αέρια. Με τη βοήθεια της βαρύτητάς τους κατάφεραν να μαζέψουν τα αέρια που βρισκόντουσαν γύρω τους και μέσα σε 3 εκατομμύρια χρόνια έφτασαν στην τελική τους μορφή.
7	είναι ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ποσειδώνας και ο Ουρανός και σχηματίστηκαν από αέρια
1	δε γνωρίζω



Γράφημα 11^ο: Αέριοι πλανήτες



Γράφημα 12^ο: Δημιουργία τους

Οι μαθητές γνώριζαν ποιοι είναι οι αέριοι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος αγνοούσαν όμως και πάλι τον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκαν

Ερώτηση 11^η: Οι πλανήτες είχαν εξ' αρχής τη μορφή που έχουν τώρα;

Πίνακας 11^ο: Μορφή των πλανητών

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	αλλάζουν με τα χρόνια
1	μάλλον αλλάζουν
1	Όχι, οι πλανήτες δεν είχαν εξ' αρχής την μορφή που έχουν σήμερα.
6	Σίγουρα όχι



Γράφημα 13^ο: Μορφή πλανητών

Όπως αναμέναμε, όλοι οι μαθητές γνωρίζουν ότι τίποτα στο σύμπαν δε μένει στάσιμο και αναλλοίωτο

3.3.3 Φάση Β' – 1^ο Φύλλο εργασίας

Στο κόμμάτι αυτό θα αναλύσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο 1^ο φύλλο εργασίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοιώσεων. Η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ατομική. Πρέπει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι το πλήθος των απαντήσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των συμμετεχόντων, καθώς στην ποιοτική έρευνα, μια απάντηση, μπορεί να ταιριάζει σε περισσότερες από μια κατηγορίες ανάλυσης.

A) Γνωριμία με το λογισμικό

Ερώτηση 1^η: Τί σας έκανε εντύπωση κατά την πρώτη σας περιήγηση στο λογισμικό;

Πίνακας 12^{ος}: Περιήγηση στο λογισμικό προσομοιώσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
3	Το περιβάλλον του λογισμικού, πολύ ωραία γραφικά, εύκολο στη χρήση
1	οι μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο
3	το πιο ωραίο λογισμικό προσομοιώσεων για φαινόμενα αστροφυσικής, σε μεταφέρει στο διάστημα
1	ο μεγάλος αριθμός προσομοιώσεων που δίνει το λογισμικό
1	η κίνηση και οι τροχιές των πλανητών γύρω από τον ήλιο
1	πόσα ουράνια σώματα υπάρχουν στο ηλιακό σύστημα



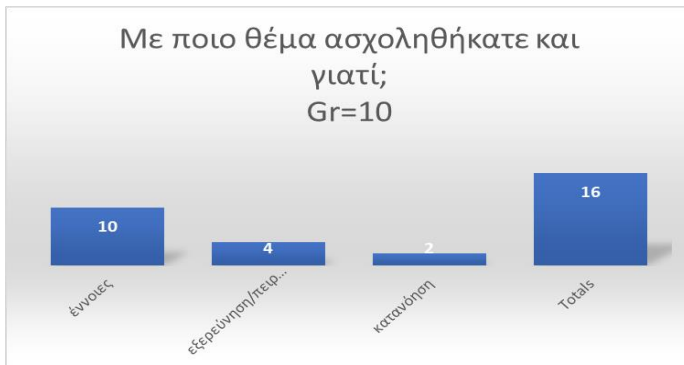
Όπως αναμέναμε, στους περισσότερους μαθητές έκανε ιδιαίτερη εντύπωση αρχικά το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις μας και έπειτα οι πολλές δυνατότητες και οι παραστατικές προσομοιώσεις που προσφέρει.

Γράφημα 14^ο: Περιήγηση στο λογισμικό

Ερώτηση 2^η: Με ποιο θέμα ασχοληθήκατε και γιατί;

Πίνακας 13^{ος}: Θέμα που ασχοληθήκατε

Αριθμός μετρήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	είδα την προσομοίωση του ηλιακού συστήματος
4	το πλήθος των προσομοιώσεων που προσφέρει, περιήγηση στις προσομοιώσεις
1	τις δυνατότητες που έχει ο χρήστης
1	τις παραμέτρους που μπορεί να αλλάξει ο χρήστης
1	με τη δημιουργία μιας νέας προσομοίωσης
1	τις καρτέλες με τις πληροφορίες
1	αλλαγή στην ταχύτητα της προσομοίωσης

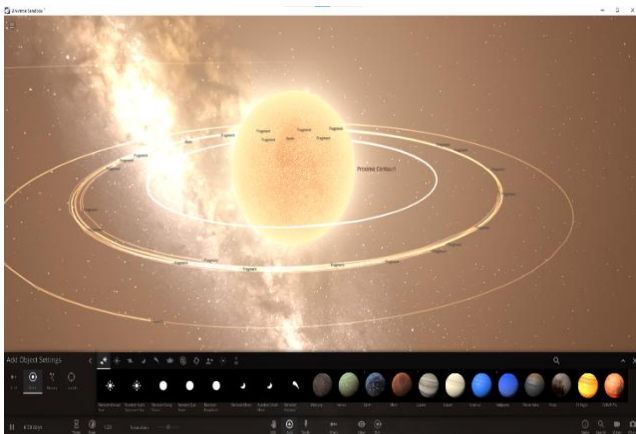


Οι περισσότεροι μαθητές ασχολήθηκαν με τις έτοιμες προσομοιώσεις που παρέχει το λογισμικό, ενώ μόλις τρεις άρχισαν να “πειράζουν” τις παραμέτρους του λογισμικού και να φτιάχνουν τις δικές τους προσομοιώσεις

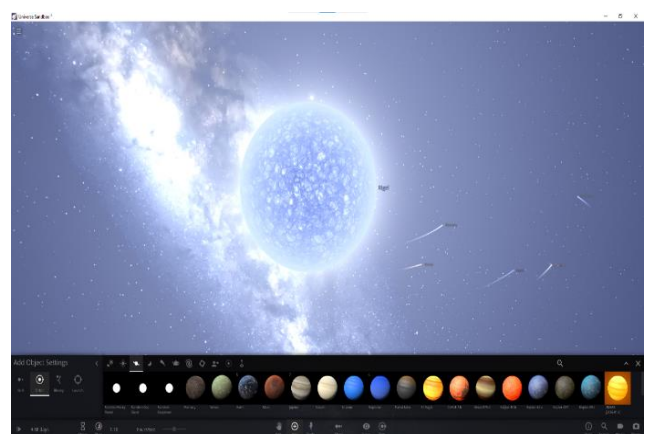
Γράφημα 15^ο: Θέμα που μελετήσατε

Β) Σχηματισμός του ηλιακού συστήματος

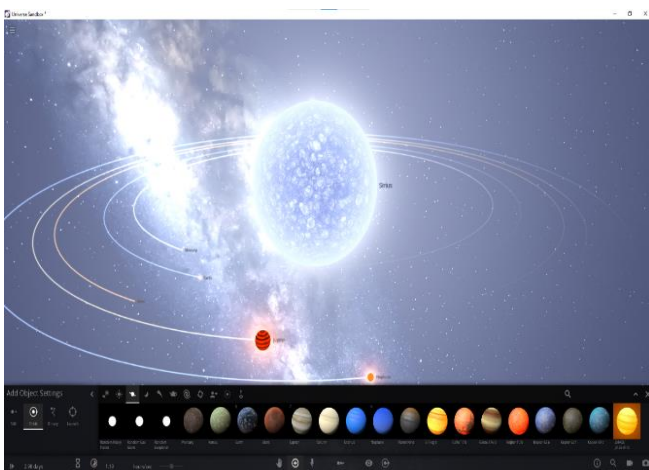
Ερώτηση 1^η: φτιάξτε τη δική σας προσομοίωση, προσθέστε ένα άστρο, πλανήτες και αστεροειδείς, δώστε το στιγμιότυπο της οθόνης σας και καταγράψτε το αστέρι που επιλέξατε



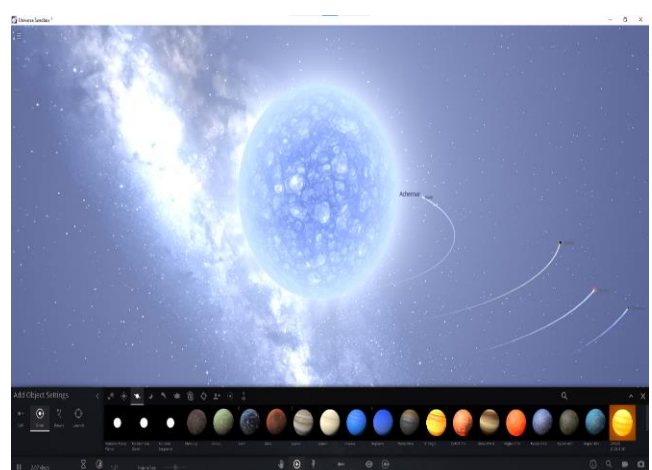
Εικόνα 11^η: Άστρο Proxima Centauri



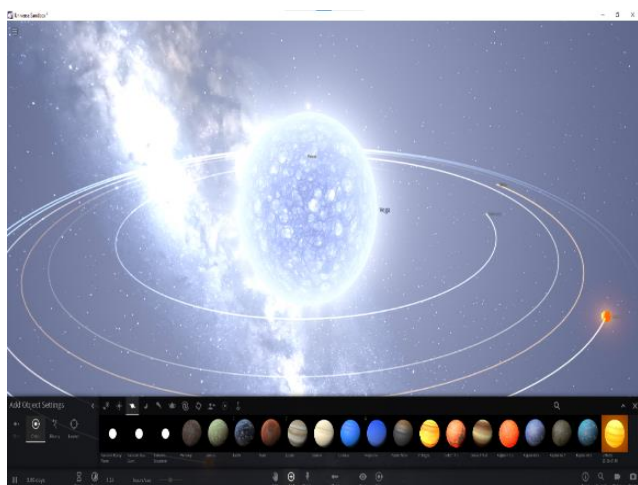
Εικόνα 12^η: Άστρο Rigel



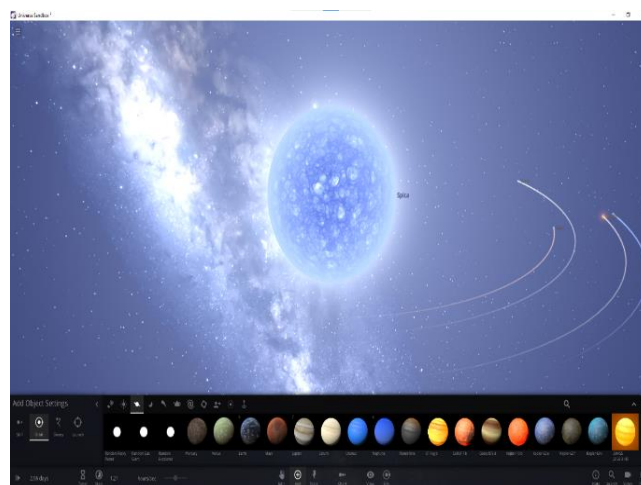
Εικόνα 13^η: Άστρο Sirius



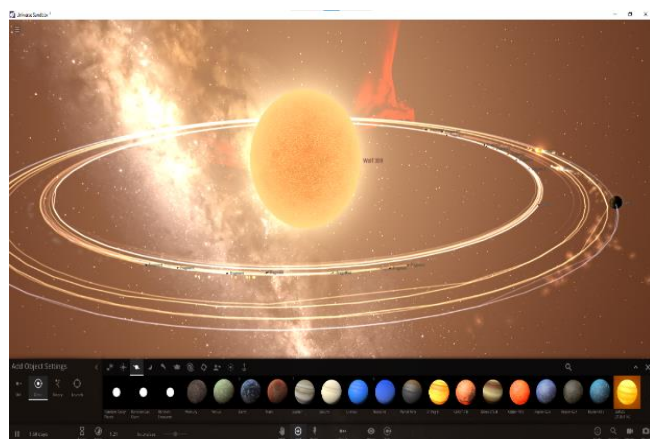
Εικόνα 14^η: Άστρο Spica



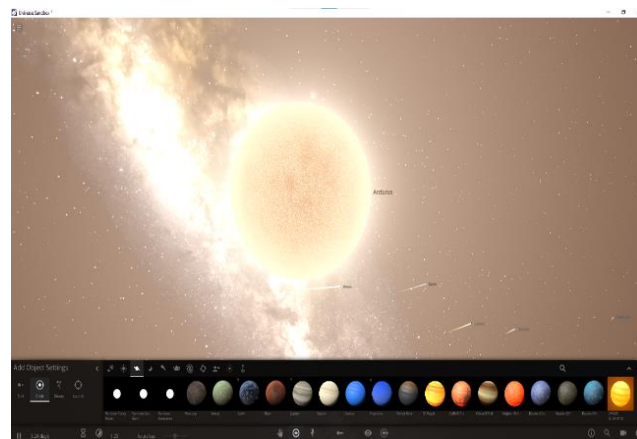
Εικόνα 15^η: Άστρο Vega



Εικόνα 16^η: Άστρο Achernar



Εικόνα 17^η: Άστρο wolf 359



Εικόνα 18^η: Άστρο Arcturus

Αυτές είναι οι προσομοιώσεις που έφτιαξαν οι μαθητές και τα άστρα που επέλεξαν, ενώ δυο από τους συμμετέχοντες δεν έστειλαν την προσομοίωση τους.

Ερώτηση 2^η: Τι περιμένετε να συμβεί στο ηλιακό σύστημα αν διαγράψετε τον ήλιο; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

Πίνακας 14^{ος}: Διαγραφή του ήλιου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Μάλλον δε θα αλλάξει τίποτα στο ηλιακό σύστημα
1	θα καταστραφεί το ηλιακό σύστημα
2	θα συγκρουστούν οι πλανήτες μεταξύ τους
1	οι πλανήτες θα αρχίσουν να κινούνται ευθύγραμμα γιατί δε θα υπάρχει ο ήλιος να τους συγκρατεί
1	οι πλανήτες θα κινούνται μόνοι τους χωρίς να έλκονται από τον ήλιο

2	οι πλανήτες θα φύγουν από το ηλιακό σύστημα
1	δεν ξέρω
1	οι πλανήτες θα μείνουν ακίνητοι



Οι περισσότεροι μαθητές υπέθεσαν ότι το ηλιακό σύστημα θα καταστραφεί ή έστω θα αλλάξει η κίνηση των πλανητών

Γράφημα 16^ο: Διαγραφή του ήλιου

Ερώτηση 3^η: Εκτελέστε την προσομοίωση, καταγράφοντας τις παρατηρήσεις σας σχετικά με τις κινήσεις των πλανητών. Επιβεβαιώθηκε η υπόθεσή σας;
Πίνακας 15^{ος}: Εκτέλεση προσομοίωσης και καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	το ηλιακό σύστημα θα καταστραφεί. επιβεβαιώθηκε
1	το ηλιακό σύστημα θα αλλάξει. δεν επιβεβαιώθηκε
2	οι πλανήτες δε θα συγκρουστούν. δεν επιβεβαιώθηκε
1	οι πλανήτες θα κινηθούν ευθύγραμμα. επιβεβαιώθηκε
2	οι πλανήτες θα φύγουν από το ηλιακό σύστημα. επιβεβαιώθηκε
1	οι πλανήτες θα κινούνται χωρίς να έλκονται από τον ήλιο. επιβεβαιώθηκε
1	οι πλανήτες δε θα μείνουν ακίνητοι. δεν επιβεβαιώθηκε
1	Δεν απάντησαν



Γράφημα 17^ο: Διατύπωση υπόθεσης



Γράφημα 18^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Μόλις οι μισοί μαθητές κατάφεραν να προβλέψουν τί θα συμβεί στο ηλιακό σύστημα, με τη διαγραφή του ήλιου. Αυτό γιατί δεν έχουν οπτικοποιήσει ποτέ στο παρελθόν, ούτε έχουν συνειδητοποιήσει, ότι χωρίς τον ήλιο, δεν υπάρχει ηλιακό σύστημα.

Ερώτηση 4^η: Τί παρατηρείτε στις κινήσεις των πλανητών αν τοποθετήσετε στη θέση του ήλιου ένα άστρο με μικρότερη από αυτή του ήλιου; Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

Πίνακας 16^{ος}: Αλλαγή του ήλιου με άστρο μικρότερης μάζας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	ο νέος αστέρας δε θα μπορέσει να συγκρατήσει τους πλανήτες σε τροχιά γύρω του και θα φύγουν στο διάστημα

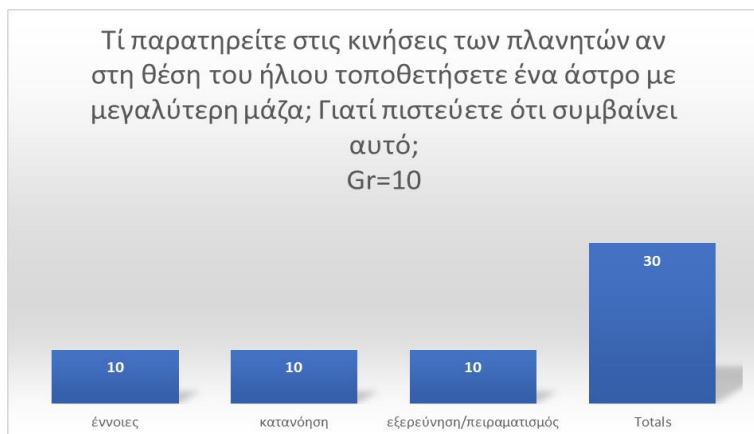


Παρατηρούμε πόσο πολύ βοηθούν οι προσομοιώσεις στη δημιουργία σωστών αναπαραστάσεων για τις έννοιες και τις αρχές που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα

Γράφημα 19^ο: Άστρο μικρότερης μάζας

Ερώτηση 5^η: Τί παρατηρείτε στις κινήσεις των πλανητών αν στη θέση του ήλιου τοποθετήσετε ένα άστρο με μεγαλύτερη μάζα; Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
Πίνακας 17^{ος}: Αλλαγή του ήλιου με άστρο μεγαλύτερης μάζας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	θα συγκρουστούν με το νέο άστρο και θα φύγουν στο διάστημα γιατί η μάζα του άστρου είναι πολύ μεγαλύτερη και έλκει τους πλανήτες πολύ περισσότερο



Όπως ήταν αναμενόμενο όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση, πράγμα που δηλώνει την σημασία των προσομοιώσεων στην δημιουργία νοητικών αναπαραστάσεων

Γράφημα 20^ο: Άστρο μεγαλύτερης μάζας

3.3.4 Φάση Β' – 2^ο Φύλλο εργασίας

Στο κόμμάτι αυτό θα αναλύσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο 2^ο φύλλο εργασίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοιώσεων. Η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ατομική. Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι το πλήθος των απαντήσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των συμμετεχόντων, καθώς στην ποιοτική έρευνα, μια απάντηση, μπορεί να ταιριάζει σε περισσότερες από μια κατηγορίες ανάλυσης.

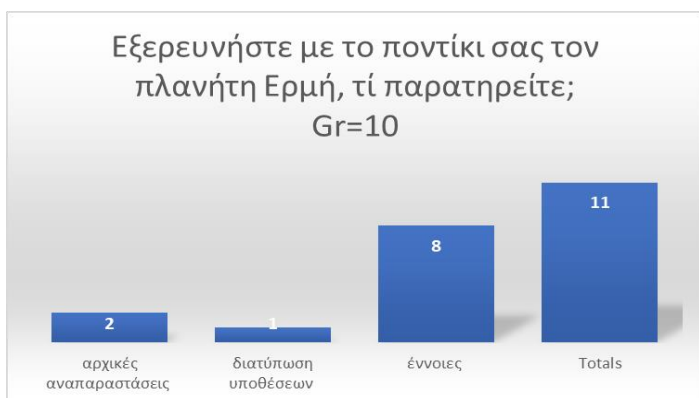
Εσωτερικοί πλανήτες του ηλιακού συστήματος

1^{ος} πλανήτης: Ερμής (Mercury)

Ερώτηση 1^η: Εξερευνήστε με το ποντίκι σας τον πλανήτη Ερμή, τί παρατηρείτε;

Πίνακας 18^{ος}: Εξερεύνηση Ερμή

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
3	είναι ο πιο μικρός πλανήτης
2	είναι πολύ κοντά στον ήλιο
2	έχει γκρι σκούρο χρώμα
1	έχει μεγάλη θερμοκρασία
1	έχει στην επιφάνεια του κρατήρες
1	ίσως έχει ηφαίστεια γιατί έχει κρατήρες στην επιφάνεια του



Γράφημα 21^ο: Εξερεύνηση Ερμή

Οι περισσότεροι μαθητές εστίασαν στο μέγεθος του πλανήτη, την απόστασή του από τον ήλιο, τη θερμοκρασία του και τους κρατήρες που υπάρχουν στην επιφάνειά του

Ερώτηση 2^η: Ο Ερμής είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

Πίνακας 19^{ος}: Ο Ερμής

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	βραχώδης



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση εξερευνώντας τον Ερμή στο εργαλείο προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε

Γράφημα 22^ο: Βραχώδης Ερμής

Ερώτηση 3^η: Έχει ατμόσφαιρα;
Πίνακας 20^{ος}: Ατμόσφαιρα Ερμή

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	Δεν έχει
1	Δεν γνωρίζω
1	Δε νομίζω ότι έχει ατμόσφαιρα



Παρατηρούμε ότι κατά την αλληλεπίδραση των μαθητών με το λογισμικό προσομοίωσης, τα ποσοστά σωστών απαντήσεων έχουν αυξηθεί και σχεδόν όλοι οι μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση

Γράφημα 23^ο: Ατμόσφαιρα Ερμή

Ερώτηση 4^η: Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους;
Πίνακας 21^{ος}: Δορυφόροι Ερμή

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	Δεν έχει
1	Δε γνωρίζω

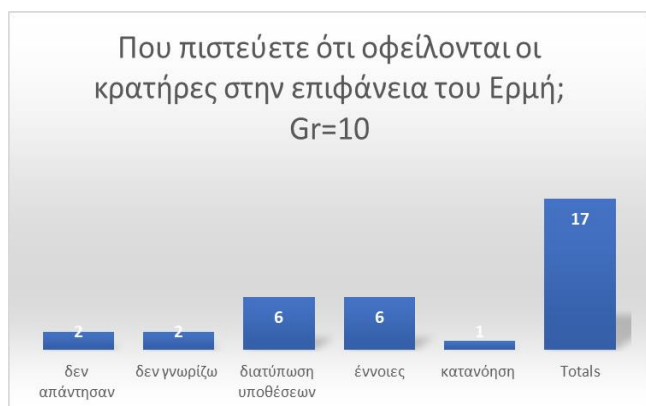


Σχεδόν όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση αυτή, γεγονός που αποδεικνύει την προσφορά των προσομοιώσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία

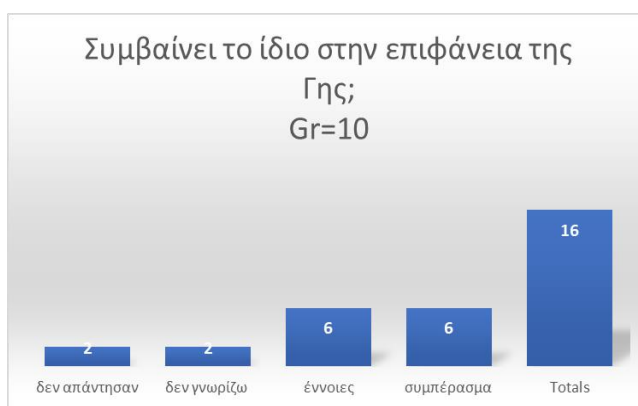
Γράφημα 24^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Ερώτηση 5^η: Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι κρατήρες στην επιφάνεια του Ερμή; Συμβαίνει το ίδιο στην επιφάνεια της Γης;
Πίνακας 22^{ος}: Κρατήρες στην επιφάνεια του Ερμή

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Στην έλλειψη ατμόσφαιρας. Όχι γιατί η γη έχει ατμόσφαιρα
1	Δεν έχει ατμόσφαιρα και πέφτουν πάνω του άλλα ουράνια σώματα. Όχι γιατί η γη έχει ατμόσφαιρα
2	Δεν γνωρίζω
4	Δεν απάντησαν



Γράφημα 25^ο: Κρατήρες στον Ερμή



Γράφημα 26^ο: Σύγκριση με τη γη

Σχεδόν οι μισοί μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση σε μια ερώτηση αντίληψης, δυο δεν απάντησαν και δυο απάντησαν ότι δε γνωρίζουν.

Ερώτηση 6^η: Συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά του πλανήτη
Πίνακας 23^{ος}: Χαρακτηριστικά του πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Ερμής	0,0553 γης	1183	490	58.6 ημέρες	3,70

Οι μαθητές συμπλήρωσαν σωστά τα χαρακτηριστικά του πλανήτη εκτός από 2 που άφησαν τον πίνακα κενό.

2^{ος} πλανήτη: Αφροδίτη (Venus)

Ερώτηση 1^η: Εξερευνήστε με το ποντίκι σας την Αφροδίτη, τί παρατηρείτε;
Πίνακας 24^{ος}: Εξερεύνηση Αφροδίτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	είναι μεγαλύτερη από τον Ερμή
2	είναι και αυτή κοντά στον ήλιο
3	Περιστρέφεται ανάποδα
2	έχει μεγάλη θερμοκρασία
1	Δεν έχει δορυφόρους

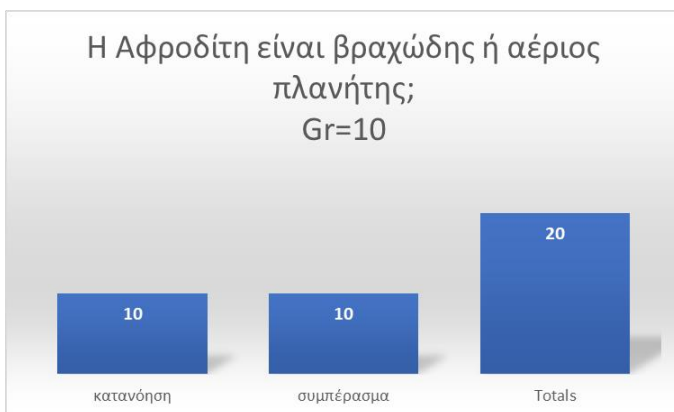


Γράφημα 27^ο: Αφροδίτη

Βλέπουμε ότι οι μαθητές έχουν αρχίσει να κάνουν πιο επιστημονικές παρατηρήσεις και πιο στοχευμένες για τα χαρακτηριστικά του πλανήτη

Ερώτηση 2^η: Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;
Πίνακας 25^{ος}: Αφροδίτη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	βραχώδης

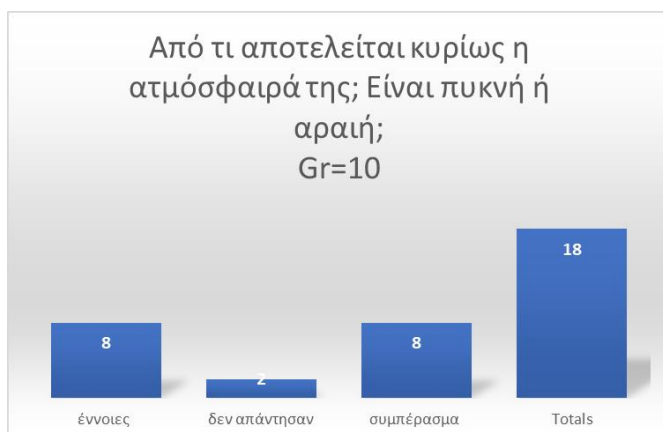


Όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά

Γράφημα 28^ο: Βραχώδης πλανήτης

Ερώτηση 3^η: Από τι αποτελείται κυρίως η ατμόσφαιρά της; Είναι πυκνή ή αραιή;
Πίνακας 26^ο: Ατμόσφαιρα Αφροδίτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	Αποτελείται από διοξείδιο του άνθρακα και είναι πυκνή
2	Δεν απάντησαν



Παρατηρούμε ότι τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων αυξάνονται συνεχώς, ενώ μόνο ένας μαθητής άφησε κενή την απάντησή του

Γράφημα 29^ο: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Ερώτηση 4^η: Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους?
Πίνακας 27^ο: Δορυφόροι Αφροδίτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	Δεν έχει
1	Δεν απάντησαν



Όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά, εκτός από ένας που άφησε κενή την απάντησή του.

Γράφημα 30^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Ερώτηση 5^η: Υπάρχουν κρατήρες στην επιφάνεια της Αφροδίτης όπως στον Ερμή;
Πίνακας 28^{ος}: Επιφάνεια Αφροδίτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	όχι
1	Όχι αλλά νομίζω έχει ηφαίστεια ανενεργά



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά, ενώ ταυτόχρονα βλέπουμε και τις πρότερες γνώσεις τους.

Γράφημα 31^ο: Κρατήρες στον πλανήτη

Ερώτηση 6^η: Συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά του πλανήτη
Πίνακας 29^{ος}: Χαρακτηριστικά πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Αφροδίτη	0,815 γης	2609	746	243 μέρες	8,87

Οι μαθητές συμπλήρωσαν το παραπάνω πινακάκι εκτός από δύο που το άφησαν κενό.

3^{ος} πλανήτης: Γη (Earth)

Ερώτηση 1^η: Εξερευνήστε με το ποντίκι σας την Γη, τί παρατηρείτε;

Πίνακας 30^{ος}: Εξερεύνηση της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	είναι μεγαλύτερη από τον Ερμή και την Αφροδίτη
1	Είναι κοντά στον ήλιο
1	Έχει σύννεφα, ατμόσφαιρα και φιλοξενεί ζωή
1	Δεν έχει μεγάλη θερμοκρασία
1	έχει δορυφόρο τη σελήνη
1	Υπάρχει ζωή
1	είναι βραχώδης, έχει δορυφόρο και ατμόσφαιρα
1	φιλοξενεί ζωή, είναι βραχώδης πλανήτης και έχει δορυφόρο τη σελήνη
1	έχει γαλάζιο χρώμα και πολλά σύννεφα
1	Δεν απάντησαν



Οι μαθητές αναγνωρίζουν και μαθαίνουν πιο εύκολα τα χαρακτηριστικά των πλανητών μέσα από μια προσομοίωση.

Γράφημα 32^ο: Πλανήτης γη

Ερώτηση 2^η: Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

Πίνακας 31^{ος}: Η γη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	βραχώδης



Όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά

Γράφημα 33^ο: βραχώδης πλανήτης

Ερώτηση 3^η: Η ατμόσφαιρά της είναι πυκνή ή αραιή;

Πίνακας 32^{ος}: Η ατμόσφαιρα της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
7	πυκνή
3	αραιή



Εδώ παρατηρούμε ότι υπάρχει μια σύγχυση απόψεων ανάμεσα στους μαθητές, καθώς αρκετοί θεωρούν ότι επειδή η γη έχει ατμόσφαιρα και μπορούμε και αναπνέουμε, δεν είναι πυκνή.

Γράφημα 34^ο: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Ερώτηση 4^η: Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους?

Πίνακας 33^{ος}: Δορυφόροι της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Έχει. Τη σελήνη



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές γνωρίζουν ότι η Σελήνη είναι ο φυσικός δορυφόρος της Γης.

Γράφημα 35^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Ερώτηση 5^η: Συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά της Σελήνης
Πίνακας 34^ο: Χαρακτηριστικά Σελήνης

Μάζα Σελήνης	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)	Περίοδος περιφοράς της γύρω από τη Γη
0,0123 γης	2,70	1,62	27,3 ημέρες

Ερώτηση 6^η: Συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά της γης
Πίνακας 35^ο: Χαρακτηριστική της γης

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη (kg)	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Γη	5,97*10 ²⁴	0,98	288	24 ώρες	9,82

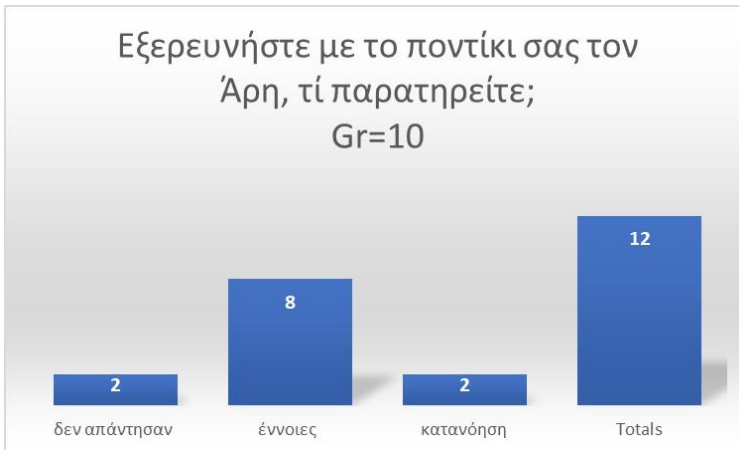
Όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν το παραπάνω πινακάκι και για τη Γη και για τη Σελήνη

4^ο πλανήτη: Άρης (Mars)

Ερώτηση 1^η: Εξερευνήστε με το ποντίκι σας τον Άρη, τί παρατηρείτε;
Πίνακας 36^ο: Εξερεύνηση Άρη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	είναι ο κόκκινος πλανήτης
1	Είναι πιο μακριά από τον ήλιο
1	Είναι μικρός σαν τον Ερμή και κόκκινος
1	έχει δορυφόρους, είναι κοντά στη γη
2	είναι βραχύδης, έχει δυο δορυφόρους, τον Φόβο και το Δείμο

1	έχει κόκκινο χρώμα και πολλούς κρατήρες
2	Δεν απάντησαν



Παρατηρούμε ότι οι απαντήσεις των μαθητών είναι όλο περισσότερο εστιασμένες στα χαρακτηριστικά των πλανητών

Γράφημα 36^ο: Άρης

Ερώτηση 2^η: Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

Πίνακας 37^{ος}: Άρης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	βραχώδης



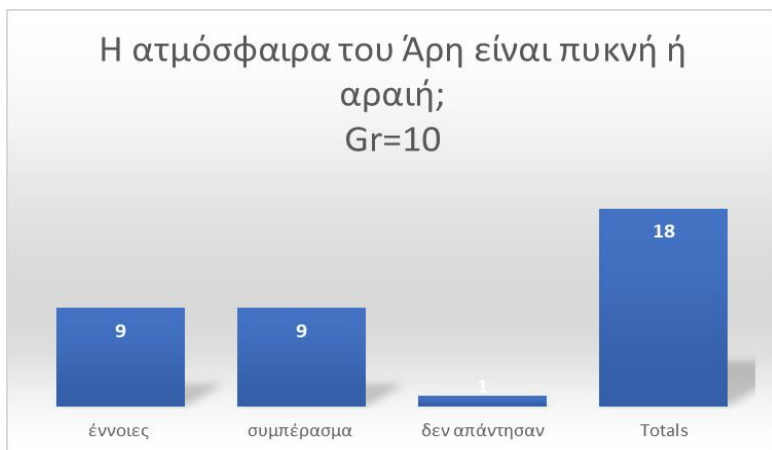
Όπως αναμέναμε, όλες οι απαντήσεις των μαθητών ήταν σωστές, γεγονός που δηλώνει ότι έχουν κατανοήσει πλήρως ποιοι είναι οι βραχώδεις πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος.

Γράφημα 37^ο: Βραχώδης πλανήτης

Ερώτηση 3^η: Η ατμόσφαιρά του είναι πυκνή ή αραιή;

Πίνακας 38^{ος}: Ατμόσφαιρα του Άρη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	αραιή
1	Δεν απάντησαν



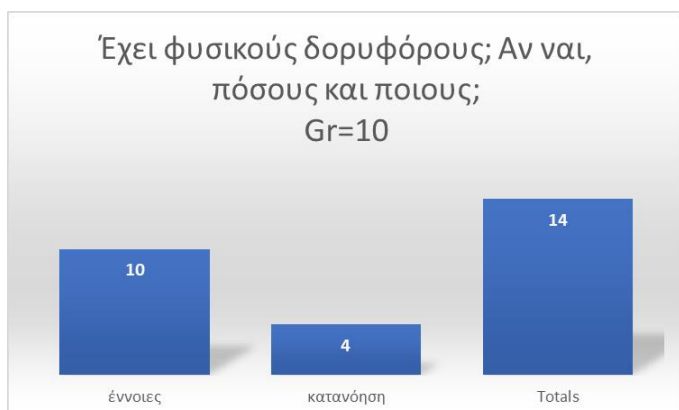
Όπως βλέπουμε οι μαθητές σύγκριναν την ατμόσφαιρα της γης με του Άρη και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ατμόσφαιρά του είναι αραιή

Γράφημα 38^ο: Ατμόσφαιρα Άρη

Ερώτηση 4^η: Έχει φυσικούς δορυφόρους; Αν ναι, πόσους και ποιους;

Πίνακας 39^ο: Δορυφόροι του Άρη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Έχει δυο
5	Έχει δυο, τον Φόβο και το Δείμο



Παρατηρούμε ότι μέσα από την προσομοίωση, όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση πόσους δορυφόρους έχει ο Άρης, αλλά μόνο οι μισοί μαθητές τους ονομάτισαν

Γράφημα 39^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Ερώτηση 5^η: Συγκρίνετε την ταχύτητα και τη περίοδο περιφοράς των δύο δορυφόρων, τι παρατηρείτε;

Πίνακας 40^ο: Ταχύτητα περιφοράς δορυφόρων του Άρη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Ο Φόβος περιφέρεται πιο γρήγορα από το Δείμο



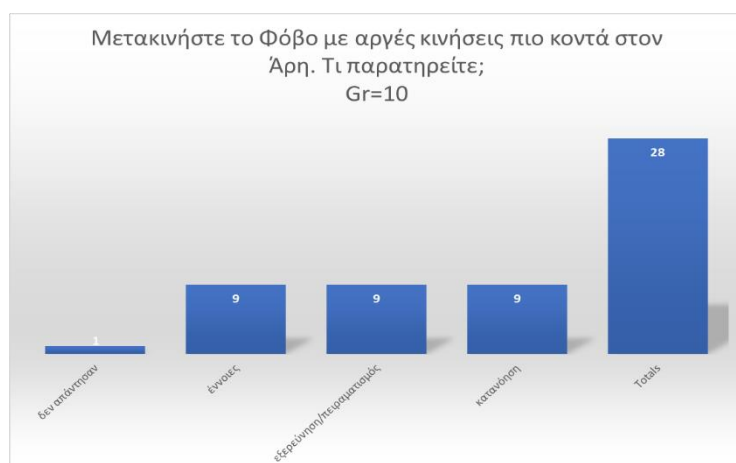
Όλοι οι μαθητές εκτέλεσαν την προσομοίωση και απάντησαν σωστά στην ερώτηση

Γράφημα 40^ο: Περιφορά δορυφόρων

Ερώτηση 6^η: Μετακινήστε το Φόβο με αργές κινήσεις πιο κοντά στον Άρη. Τι παρατηρείτε;

Πίνακας 41^{ος}: Αλλαγή θέσης του Φόβου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
19	Θα συγκρουστεί με τον Άρη
1	Δεν απάντησε



Οι μαθητές εκτέλεσαν την προσομοίωση, έκαναν τις δοκιμές τους και απάντησαν σωστά στην ερώτηση

Γράφημα 41^ο: Πειραματισμός

Ερώτηση 7^η: Συμπληρώστε τα χαρακτηριστικά του Άρη

Πίνακας 42^{ος}: Χαρακτηριστικά του πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη (kg)	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Άρης	0,107 γης	1,6	226	1,03 ημέρες	3,73

Οι μαθητές συμπλήρωσαν όλοι το πινακάκι και το έστειλαν στον εκπαιδευτικό.

3.3.5 Φάση Β' – 3^ο Φύλλο εργασίας

Στο κόμματι αυτό θα αναλύσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο 2^ο φύλλο εργασίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοιώσεων. Η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ατομική. Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι το πλήθος των απαντήσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των συμμετεχόντων, καθώς στην ποιοτική έρευνα, μια απάντηση, μπορεί να ταιριάζει σε περισσότερες από μια κατηγορίες ανάλυσης.

Εξωτερικοί πλανήτες του ηλιακού συστήματος

1^{ος} πλανήτης: Δίας (Jupiter)

Ερώτηση 1^η: Ο Δίας είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

Πίνακας 43^{ος}: Ο Δίας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	αέριος



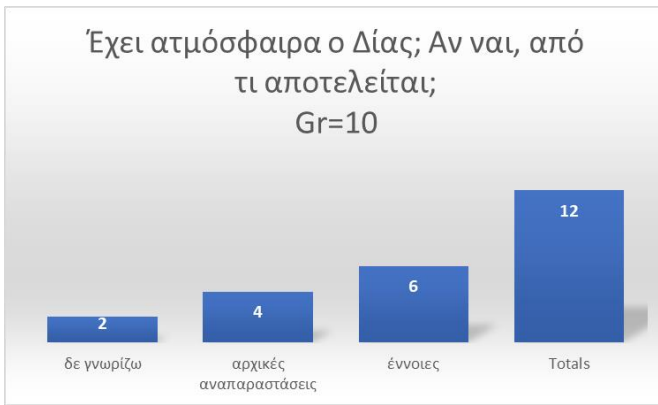
Παρατηρούμε ότι οι προσομοιώσεις έχουν βοηθήσει ιδιαίτερα τους μαθητές να διαχωρίσουν τους βραχώδεις από τους αέριους πλανήτες και αυτό φαίνεται από τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων που δίνουν.

Γράφημα 42^ο: Δίας

Ερώτηση 2^η: Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται η ατμόσφαιρά του;

Πίνακας 44^{ος}: Ατμόσφαιρα του Δία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	Έχει ατμόσφαιρα. Από υδρογόνο και οξυγόνο
4	Ναι έχει, από υδρογόνο και ήλιο
2	Από αέρια, αφού είναι αέριος πλανήτης
2	Δε γνωρίζω



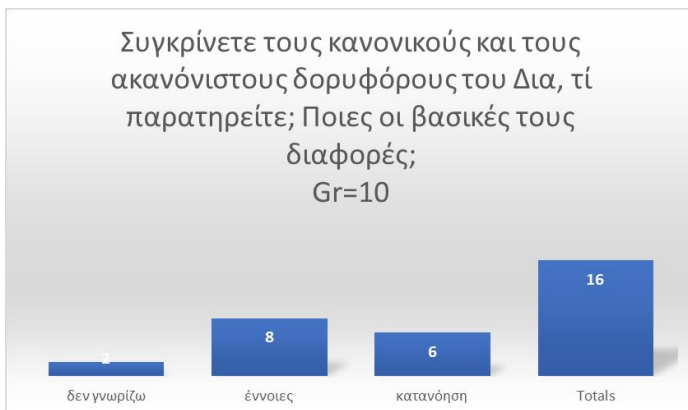
Η πλειοψηφία των μαθητών γνωρίζει ότι ο Δίας έχει ατμόσφαιρα, αλλά δεν ξέρει τα αέρια από τα οποία αυτή αποτελείται

Γράφημα 43^ο: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Ερώτηση 3^η: Συγκρίνετε τους κανονικούς και τους ακανόνιστους δορυφόρους του Δία, τί παρατηρείτε; Ποιες οι βασικές τους διαφορές;

Πίνακας 45^ο: Σύγκριση δορυφόρων

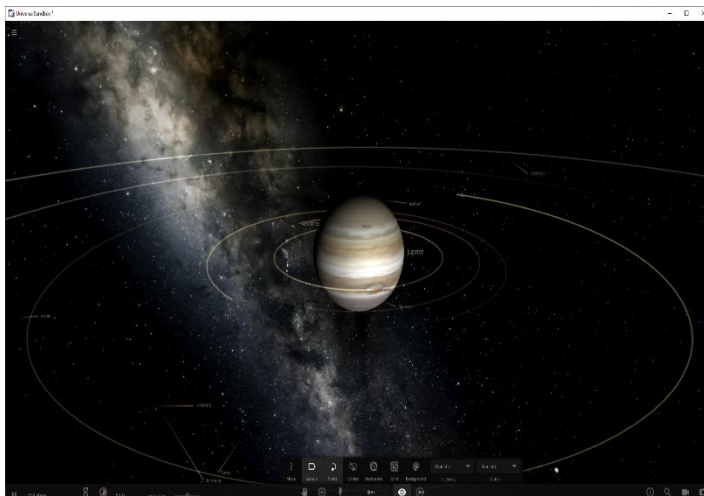
Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Οι κανονικοί είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος και περιφέρονται κυκλικά γύρω από το Δία, οι μη κανονικοί είναι μικρότεροι και κινούνται άτακτα γύρω από τον πλανήτη
2	Το μέγεθός τους και η κίνησή τους γύρω από τον πλανήτη
2	Δεν γνωρίζω



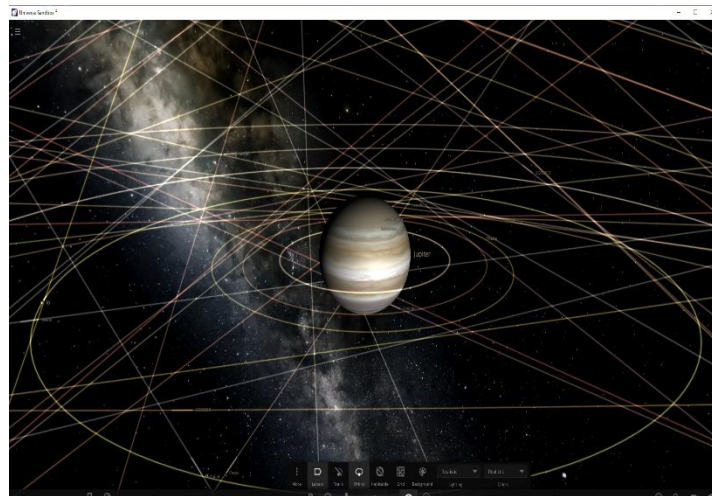
Οι μαθητές μέσα από την οπτικοποίηση του συστήματος του Δία, αντιλαμβάνονται τις διαφορές ανάμεσα στους κανονικούς και τους μη κανονικούς δορυφόρους του πλανήτη.

Γράφημα 44^ο: Δορυφόροι Δία

Οι μαθητές εκτέλεσαν την προσομοίωση και στο κάτω μέρος της οθόνης σας επέλεξαν το “View” και στη συνέχεια “Trails” ή “Orbits” και έδωσαν το στιγμιότυπο της οθόνης τους.



Εικόνα 19^η: Trails



Εικόνα 20^η: Orbits

Οι μαθητές έδωσαν το στιγμιότυπο της οθόνης τους, τέσσερις από αυτούς έδωσαν την πρώτη εικόνα και οι υπόλοιποι έξι έδωσαν τη δεύτερη εικόνα.

Στην συνέχεια επιστρέφοντας στην προσομοίωση “Solar System”, παρατήρησαν τα χαρακτηριστικά του πλανήτη και συμπλήρωσαν τα χαρακτηριστικά του στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 46^{ος}: Χαρακτηριστικά πλανήτη

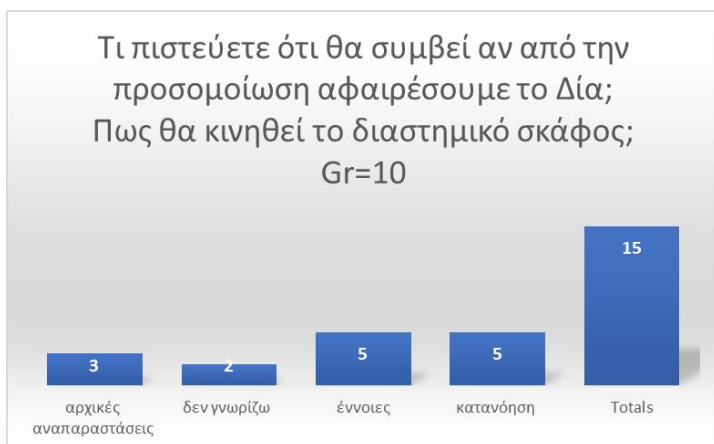
Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2)
Δίας	318 γη	5,45	113	9,92 ώρες	25,9

Οι μαθητές εκτέλεσαν την προσομοίωση και συμπλήρωσαν όλοι τον πίνακα του πλανήτη.

Ερώτηση 4^η: Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν από την προσομοίωση αφαιρέσουμε το Δία; Πως θα κινηθεί το διαστημικό σκάφος;

Πίνακας 47^{ος}: Διαγραφή του Δία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Θα φύγει στο διάστημα
2	Θα το τραβήξει ο ήλιος
1	Θα συνεχίσει να κινείται όπως πριν
2	Δε γνωρίζω



Γράφημα 45^ο: Αφαίρεση Δία

Οι μαθητές διατύπωσαν τις υποθέσεις τους σχετικά με την κίνηση του διαστημικού σκάφους. Παρατηρούμε ότι οι μαθητές έχουν αρχίσει να διατυπώνουν πιο επιστημονικά τεκμηριωμένες απόψεις από ότι στην αρχή της δραστηριότητας.

Ερώτηση 5^η: Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας;

Πίνακας 48^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Επιβεβαίωση υπόθεσης, το διαστημικό σκάφος θα φύγει ευθύγραμμα στο διάστημα
2	Απόρριψη υπόθεσης, δε θα το τραβήξει ο ήλιος, θα φύγει στο διάστημα
1	Απόρριψη υπόθεσης, δε θα συνεχίσει να κινείται όπως πριν, θα φύγει στο διάστημα
2	Δεν απάντησαν



Γράφημα 46^ο: Υπόθεση

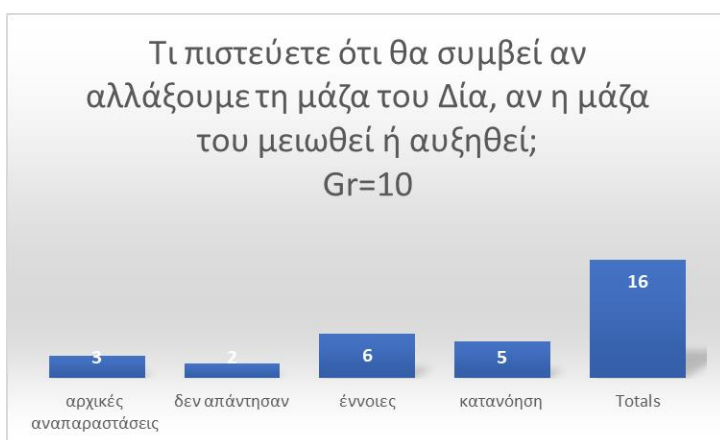


Γράφημα 47^ο: Παρατηρήσεις

Παρατηρούμε ότι η πρόβλεψη κάποιων μαθητών επαληθεύτηκε και το διαστημικό σκάφος θα φύγει στο διάστημα αν διαγράψουμε τον πλανήτη Δία, τέσσερις μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρήσεις τους σχετικά με την πορεία του διαστημικού σκάφους και αναδόμησαν τις αρχικές τους λανθασμένες αναπαραστάσεις, ενώ δυο μαθητές δεν απάντησαν.

Ερώτηση 6^η: Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν αλλάξουμε τη μάζα του Δία, αν η μάζα του μειωθεί ή αυξηθεί;
Πίνακας 49^{ος}: Αλλαγή μάζας του Δία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Αν η μάζα του μειωθεί, δε θα μπορεί να συγκρατήσει τους δορυφόρους και το διαστημικό του σκάφος και θα φύγουν στο διάστημα, αν αυξηθεί, θα τα έλκει περισσότερο και θα συγκρουστούν με τον πλανήτη
2	Δε θα αλλάξει τίποτα
1	Αν η μάζα του μειωθεί θα ελκονται από τον ήλιο, αν αυξηθεί θα τα έλκει ο πλανήτης όπως τώρα
1	Δεν απάντησαν

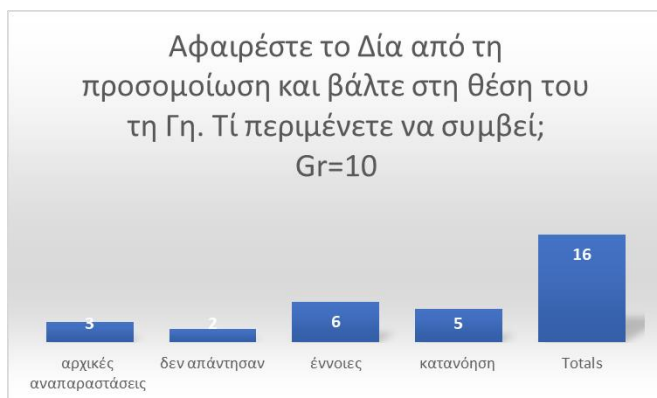


Γράφημα 48^ο: Αλλαγή μάζας Δία

Οι περισσότεροι μαθητές διατύπωσαν τις υποθέσεις τους με αρκετά τεκμηριωμένο επιστημονικά τρόπο

Ερώτηση 7^η: Αφαιρέστε το Δία από τη προσομοίωση και βάλτε στη θέση του τη Γη. Τί περιμένετε να συμβεί;
Πίνακας 50^{ος}: Διαγραφή του Δία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Αν βάλουμε στη θέση του τη γη που έχει μικρότερη μάζα, δε θα συγκρατήσει ούτε τους δορυφόρους, ούτε το διαστημικό σκάφος και θα φύγουν στο διάστημα
2	Δε θα αλλάξει τίποτα
1	Αν βάλουμε στη θέση του τη γη, οι δορυφόροι και το διαστημικό σκάφος θα έλκονται από τον ήλιο
1	Δεν απάντησαν

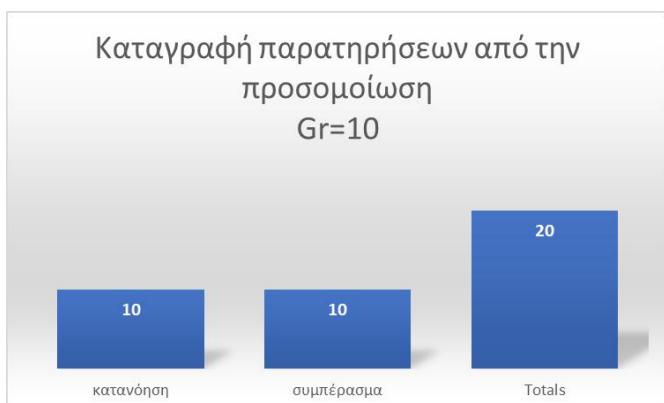


Οι μαθητές διατύπωσαν τις υποθέσεις τους, όπου σχεδόν όλες είναι πλήρως τεκμηριωμένες.

Γράφημα 49^ο: Γη στη θέση Δία

Ερώτηση 8^η: Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας
Πίνακας 51^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Αν βάλουμε στη θέση του τη γη που έχει μικρότερη μάζα, δε θα συγκρατήσει ούτε τους δορυφόρους, ούτε το διαστημικό σκάφος και θα φύγουν στο διάστημα



Όλοι οι μαθητές κατέγραψαν και δικαιολόγησαν πλήρως τις παρατηρήσεις τους

Γράφημα 50^ο: Παρατηρήσεις

2^ο πλανήτης: Κρόνος (Saturn)

Ερώτηση 1^η: Ο Κρόνος είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;
Πίνακας 52^ο: Κρόνος

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	αέριος



Όλοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση, καθώς έχουν δημιουργήσει σωστές αναπαραστάσεις των πλανητών που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα

Γράφημα 51^ο: Κρόνος

Ερώτηση 2^η: Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται;

Πίνακας 53^{ος}: Ατμόσφαιρα Κρόνου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	Έχει ατμόσφαιρα. Από υδρογόνο και οξυγόνο
4	Ναι έχει, από υδρογόνο και ήλιο
2	Δε γνωρίζω



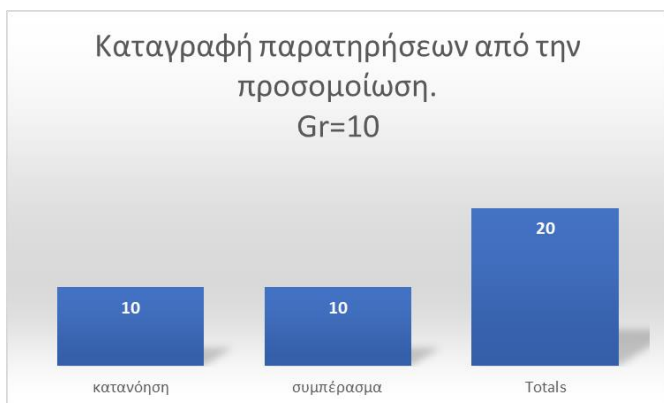
Σχεδόν όλοι οι μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση και βλέπουμε ότι τα ποσοστά από αντίστοιχες ερωτήσεις στους προηγούμενους πλανήτες είναι πολύ βελτιωμένα

Γράφημα 52^ο: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Ερώτηση 3^η: Αφαιρέστε τον Κρόνο και βάλτε στη θέση του ένα πλανήτη με πολύ μικρότερη μάζα, όπως για παράδειγμα τη Γη ή τον Άρη. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Πίνακας 54^{ος}: Αλλαγή Κρόνου με πλανήτη μικρότερης μάζας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Αν βάλουμε μικρότερο πλανήτη δε θα μπορέσει να συγκρατήσει τους δορυφόρους του και θα φύγουν στο διάστημα



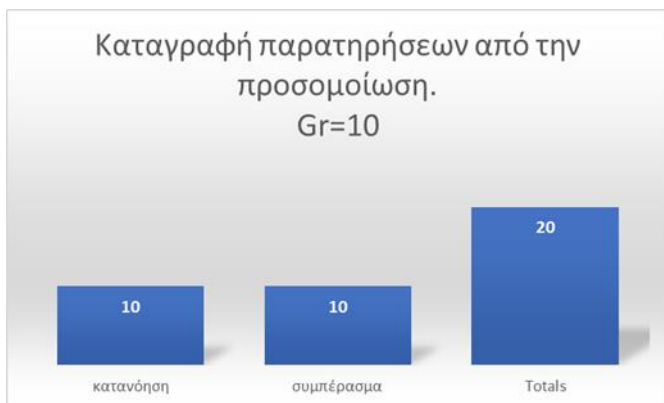
Οι μαθητές εκτέλεσαν την προσομοίωση και κατάγραψαν τις παρατηρήσεις τους, δικαιολογώντας πλήρως την απάντησή τους

Γράφημα 53^ο: Παρατηρήσεις

Ερώτηση 4^η: Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και βάλτε στη θέση του Κρόνου ένα ουράνιο σώμα με πολύ μεγαλύτερη μάζα από αυτή του Κρόνου, όπως για παράδειγμα τον Ήλιο. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Πίνακας 55^{ος}: Αλλαγή Κρόνου με πλανήτη μεγαλύτερης μάζας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Αν βάλουμε ουράνιο σώμα με μεγαλύτερη μάζα, όπως ο ήλιος, θα έλκει πολύ περισσότερο τους δορυφούς του και θα συγκρουστούν με αυτό



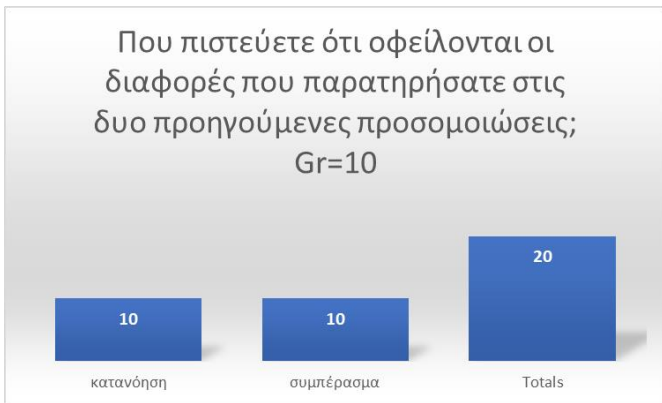
Φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν κατανοήσει πλήρως τη σημασία της μάζας ενός σώματος στο Νόμο της Παγκόσμιας Έλξης

Γράφημα 54^ο: Παρατηρήσεις

Ερώτηση 5^η: Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορές που παρατηρήσατε στις δυο προηγούμενες προσομοιώσεις;

Πίνακας 56^{ος}: Διαφορές

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Στο ρόλο που έχει η μάζα στο φαινόμενο της έλξης των σωμάτων.



Οι μαθητές έδωσαν όλοι τεκμηριωμένη και σωστή απάντηση

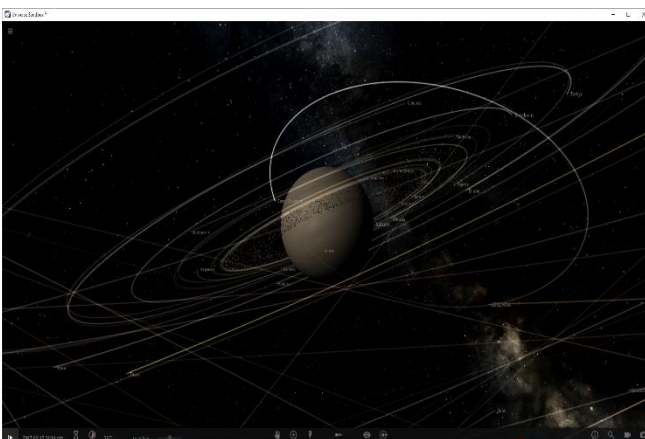
Γράφημα 55^ο: Διαφορές

Στην συνέχεια, επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Κρόνο σε τροχιά γύρω από τον ήλιο και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

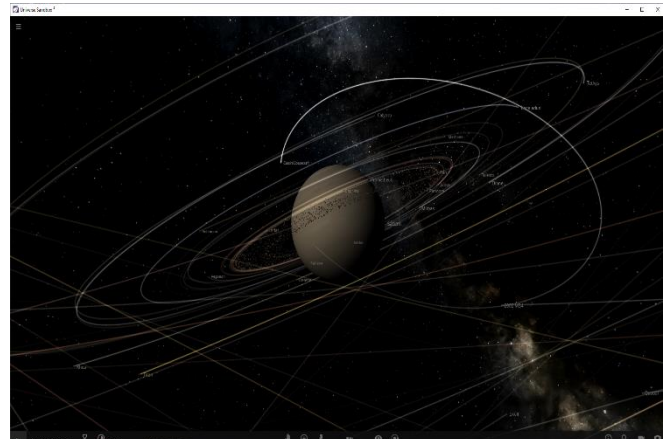
Πίνακας 57^ο: Χαρακτηριστικά του πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Κρόνος	95,3 γη	10,11	82,3	10,7 ώρες	11,2

Ερώτηση 5^η: Από την προσομοίωση “Cassini collision with Saturn on September 15, 2017 παρατηρήστε την πτώση του διαστημικού σκάφους και δώστε το στιγμιότυπο της οθόνης σας.



Εικόνα 21^η: “Cassini collision”



Εικόνα 22^η: “Cassini collision with Saturn”

3^ο πλανήτης: Ουρανός (Uranus)

Ερώτηση 1^η: Ο Ουρανός είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

Πίνακας 58^ο: Ουρανός

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
--------------------	--------------------

10	αέριος
----	--------

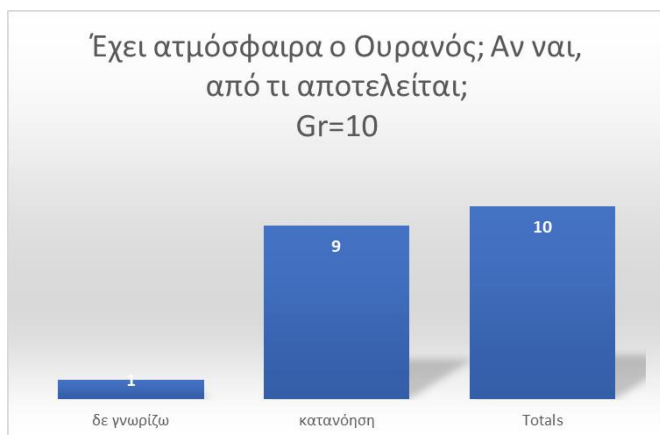


Οι μαθητές για ακόμα μια φορά απάντησαν σωστά στη συγκεκριμένη ερώτηση, δείχνοντας ότι έχουν ξεκαθαρίσει τους βραχώδεις και τους αέριους πλανήτες

Γράφημα 56^ο: Ουρανός

Ερώτηση 2^η: Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται η ατμόσφαιρά του;
Πίνακας 59^ο: Ατμόσφαιρα Ουρανού

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	Έχει ατμόσφαιρα. Από υδρογόνο, ήλιο, νερό, αμμωνία και μεθάνιο
1	Δε γνωρίζω

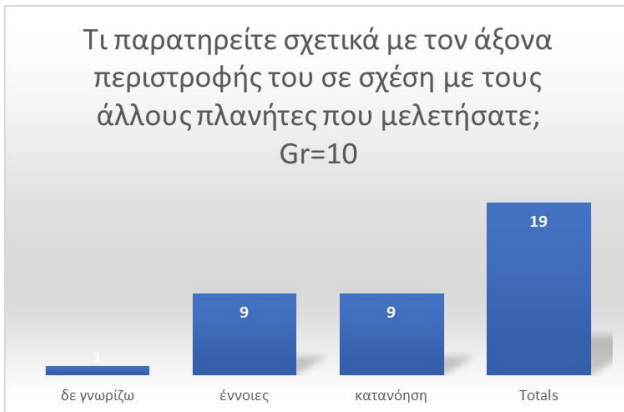


Οι μαθητές έχοντας δώσει ιδιαίτερη προσοχή στις προσομοιώσεις, απάντησαν σχεδόν όλοι σωστά στην ερώτηση αυτή και μάλιστα η απάντησή τους ήταν πλήρης

Γράφημα 57^ο: Ατμόσφαιρα ουρανού

Ερώτηση 3^η: Τι παρατηρείτε σχετικά με τον άξονα περιστροφής του σε σχέση με τους άλλους πλανήτες που μελετήσατε;
Πίνακας 60^ο: Περιστροφή Ουρανού

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
9	Περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του και περιφέρεται γύρω από τον ήλιο λοξά, σαν μια μπάλα που κυλάει
1	Δε γνωρίζω

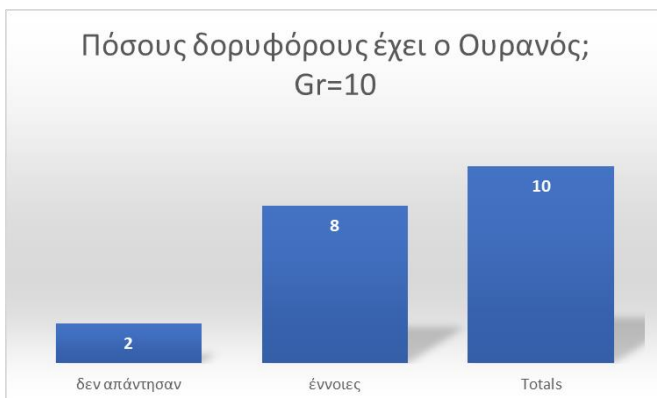


Οι μαθητές απάντησαν όλοι σωστά στην ερώτηση αυτή, εκτός από έναν που δεν απάντησε καθόλου

Γράφημα 58^ο: Περιστροφή πλανήτη

Ερώτηση 4^η: Πόσους δορυφόρους έχει;
Πίνακας 61^ο: Δορυφόροι Ουρανού

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	27 δορυφόρους
2	Δεν απάντησαν

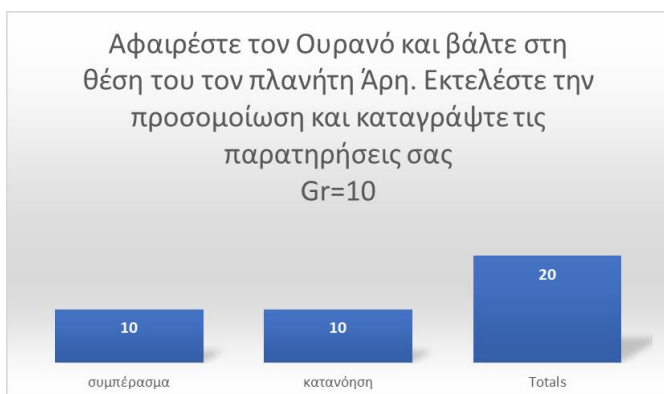


Οι μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση, εκτός από δυο που δεν απάντησαν.

Γράφημα 59^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Ερώτηση 5^η: Αφαιρέστε τον Ουρανό και βάλτε στη θέση του τον πλανήτη Άρη. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας
Πίνακας 62^ο: Αλλαγή Ουρανού με Άρη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Αν βάλουμε στη θέση του ουρανού τον Άρη που έχει μικρότερη μάζα δε θα μπορέσει να συγκρατήσει τους δορυφόρους του και θα φύγουν στο διάστημα



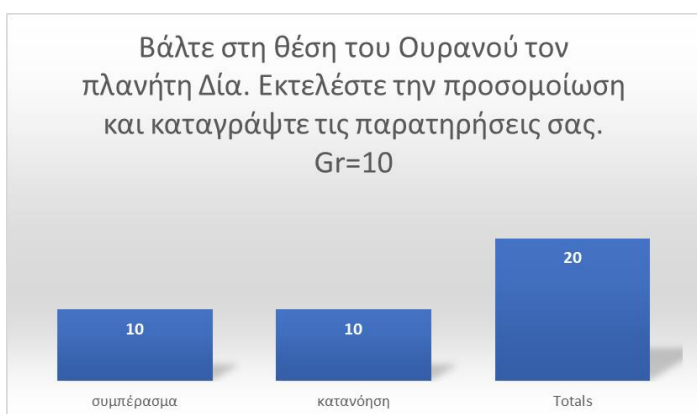
Οι μαθητές έχοντας πραγματοποιήσει αρκετές προσομοιώσεις και έχοντας εξοικειωθεί και οπτικοποιήσει πλέον την έννοια της βαρύτητας και της έλξης, κατέγραψαν τις παρατηρήσεις τους και δικαιολόγησαν πλήρως την απάντησή τους

Γράφημα 60^ο: Άρης στη θέση του Ουρανού

Ερώτηση 6^η: Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και βάλτε στη θέση του Ουρανού τον πλανήτη Δία. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Πίνακας 63^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Αν βάλουμε στη θέση του τον Δία, που έχει μεγαλύτερη μάζα, θα έλκει περισσότερο τους δορυφόρους του με αποτέλεσμα να συγκρουστούν μαζί του



Όλοι οι μαθητές κατέγραψαν και δικαιολόγησαν πλήρως τις απαντήσεις τους

Γράφημα 61^ο: Δίας στη θέση του Ουρανού

Στην συνέχεια επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Ουρανό σε τροχιά γύρω από τον ήλιο, καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

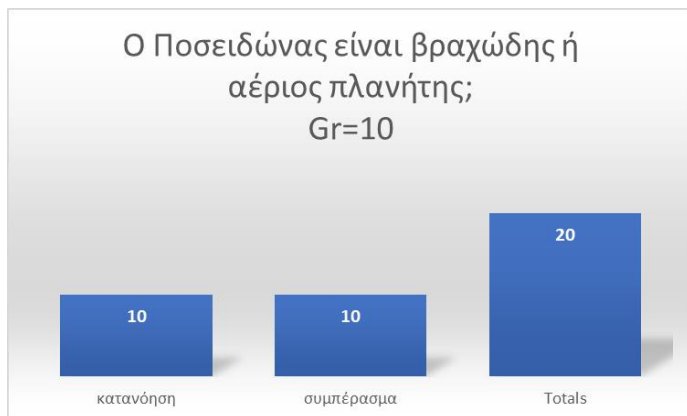
Πίνακας 64^ο: Χαρακτηριστικά του πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Ουρανός	14,5 γη	20,08	60,2	17,2 ώρες	9,01

4^{ος} πλανήτης: Ποσειδώνας (Neptune)

Ερώτηση 1^η: Ο Ποσειδώνας είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;
Πίνακας 65^{ος}: Ποσειδώνας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	αέριος



Όλοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση και επιβεβαιώνεται το συμπέρασμά μας ότι έχουν δημιουργήσει σωστές αναπαραστάσεις των πλανητών που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα

Γράφημα 62^ο: Ποσειδώνας

Ερώτηση 2^η: Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται;
Πίνακας 66^{ος}: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Έχει ατμόσφαιρα, η οποία αποτελείται από υδρογόνο, ήλιο, νερό και μεθάνιο



Όλοι οι μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση έχοντας κατανοήσει πλήρως τη σύσταση των πλανητών μέσα από τις προσομοιώσεις.

Γράφημα 63^ο: Ατμόσφαιρα πλανήτη

Ερώτηση 3^η: Πόσους δορυφόρους έχει;
Πίνακας 67^{ος}: Δορυφόροι πλανήτη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	14 δορυφόρους



Όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση αυτή.

Γράφημα 64^ο: Δορυφόροι πλανήτη

Στη συνέχεια, επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Ποσειδώνα σε τροχιά γύρω από τον ήλιο, καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 68^{ος}: Χαρακτηριστικά του πλανήτη

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)
Ποσειδώνας	17,1 γη	29,7	49,8	16,1 ώρες	11,3

3.3.6 Φάση Γ' – 4^ο Φύλλο εργασίας

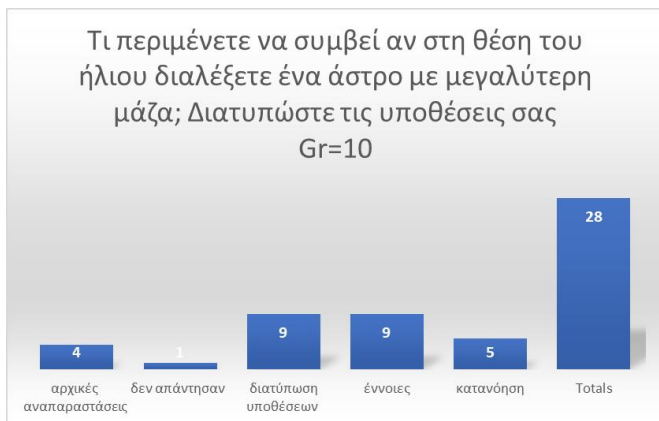
Στην παράγραφο αυτή, θα αναλύσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο 4^ο φύλλο εργασίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοιώσεων. Η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας και σε αυτή τη δραστηριότητα ήταν ατομική. Πρέπει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι το πλήθος των απαντήσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των συμμετεχόντων, καθώς στην ποιοτική έρευνα, μια απάντηση, μπορεί να ταιριάζει σε περισσότερες από μια κατηγορίες ανάλυσης.

Βαρύτητα και τροχιές

Ερώτηση 1^η: Διαλέξτε ένα άστρο που να έχει μεγαλύτερη μάζα από τον Ήλιο, που είναι το αστέρι του ηλιακού μας συστήματος. Καταγράψτε το άστρο που διαλέξατε. Τι περιμένετε να συμβεί; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

Πίνακας 69^{ος}: Επιλογή άστρου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	Διάλεξα το Σείριο. Θα είναι σαν το ήλιο, δε θα υπάρχει διαφορά
5	Διάλεξα το Σείριο (2)/Άλφα Κενταύρου (3). Οι πλανήτες θα κινούνται πιο γρήγορα γύρω από το αστέρι γιατί έχει μεγαλύτερη μάζα και θα τους έλκει περισσότερο
2	Διάλεξα το Σείριο. Θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα και οι πλανήτες θα συγκρουστούν με το άστρο γιατί έχει μεγαλύτερη μάζα
1	Δεν απάντησαν



Γράφημα 65^ο: Άστρο μεγάλης μάζας



Γράφημα 66^ο: Επιλογή άστρου

Παρατηρούμε ότι πάνω από τους μισούς μαθητές επέλεξαν το Σείριο σαν άστρο στη θέση του ήλιου, τρεις μαθητές επέλεξαν τον Άλφα του Κενταύρου και ένας μαθητής άφησε κενή την επιλογή του. Οι επιλογές των άστρων ήταν σωστές, καθώς και στις δυο περιπτώσεις οι μάζες των αστερών αυτών είναι μεγαλύτερες του ήλιου.

Σχετικά με τις υποθέσεις των μαθητών για τη νέα εικόνα που θα παρουσιάζει το ηλιακό σύστημα μετά την αλλαγή του άστρου, δυο μαθητές δεν περιμένουν να δουν κάποια διαφορετική εικόνα από αυτή του ήδη γνωστού μας ηλιακού συστήματος, ένας δεν απάντησε, ενώ η πλειοψηφία τους σκέφτηκε πολύ σωστά ότι με βάση τον Νόμο Παγκόσμιας Έλξης, όσο μεγαλύτερη η μάζα του αστέρα, τόσο περισσότερο θα έλκει τους πλανήτες, δείχνοντας ότι έχουν κατανοήσει πλήρως τις έννοιες του φαινομένου. Οι απαντήσεις των μαθητών είναι αναμενόμενες, καθώς μη έχοντας οπτικοποιήσει ποτέ στο παρελθόν φαινόμενα βαρύτητας, είναι περίπλοκο για αυτούς να σκεφτούν την νέα κίνηση των πλανητών, παρουσία βαρύτητας στο ηλιακό σύστημα, για αυτό και κάποιοι μαθητές απάντησαν ότι θα καταστραφεί το ηλιακό σύστημα.

Ερώτηση 2^η: Εκτελέστε την προσομοίωση σας και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεση που διατυπώσατε παραπάνω;

Πίνακας 70^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	Απόρριψη υπόθεσης. Θα υπάρχει τελικά αλλαγή γιατί η μάζα του νέου αστέρα είναι μεγαλύτερη από του ήλιου
2	Απόρριψη υπόθεσης. Δε θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα, ο νέος αστέρας θα έλκει πιο έντονα τους πλανήτες
5	Επιβεβαίωση υπόθεσης. Οι πλανήτες θα κινηθούν πιο γρήγορα γιατί το νέο άστρο έχει μεγαλύτερη μάζα και τους έλκει περισσότερο
1	Δεν απάντησαν

Γράφημα 67^ο: Υπόθεση

Γράφημα 68^ο: Παρατηρήσεις



Γράφημα 67^ο: Υπόθεση



Γράφημα 68^ο: Παρατηρήσεις

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι υποθέσεις κάποιων μαθητών δεν επαληθεύτηκαν, όμως μέσα από την προσομοίωση, την οπτικοποίηση δηλαδή του φαινομένου, κατάφεραν να αντιληφθούν τι ακριβώς θα συμβεί στο νέο ηλιακό σύστημα που θα δημιουργηθεί

Ερώτηση 3^η: Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη μας, τη Γη και παρατηρήστε πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της γύρω από το αστέρι που επιλέξατε. Καταγράψτε τη μέτρησή σας

Πίνακας 71^{ος}: Παρατήρηση γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	(Σείριο) περιφορά της γης: 1,29 ημέρες
3	(Άλφα Κενταύρου) περιφορά της γης: 1,46 ημέρες
1	Δεν απάντησαν

Διαγράψτε το αστέρι που επιλέξατε για την προσομοίωσή σας και προσθέστε στη θέση του ένα νέο αστέρι με μικρότερη μάζα από αυτή του Ήλιου.

Ερώτηση 4^η: Καταγράψτε το άστρο που επιλέξατε για την προσομοίωσή σας. Τι περιμένετε να συμβεί; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

Πίνακας 72^{ος}: Καταγραφή άστρου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
2	Διάλεξα το wolf 359. δε θα υπάρχει διαφορά
2	Διάλεξα το proxima centauri. Οι πλανήτες θα κινούνται πιο γρήγορα γύρω από το αστέρι
2	Διάλεξα το proxima centauri. Οι πλανήτες θα κινούνται πιο αργά γύρω από το αστέρι και θα φύγουν στο διάστημα
2	Διάλεξα το wolf 359. Θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα γιατί ο αστέρας δε θα μπορέσει να το συγκρατήσει

2	Δεν απάντησαν
---	---------------



Γράφημα 69^ο: Άστρο μικρότερης μάζας



Γράφημα 70^ο: Επιλογή άστρου

Παρατηρούμε ότι οι μισοί μαθητές επέλεξαν το wolf 359 σαν άστρο στη θέση του ήλιου, και οι άλλοι μισοί επέλεξαν το proxima centauri, ενώ δυο μαθητές άφησαν κενή την επιλογή του. Οι επιλογές των άστρων ήταν σωστές, καθώς και στις δυο περιπτώσεις οι μάζες των αστερων αυτών είναι μικρότερες του ήλιου.

Σχετικά με τις υποθέσεις των μαθητών για τη νέα εικόνα που θα παρουσιάζει το ηλιακό σύστημα μετά την αλλαγή του άστρου, δυο μαθητές δεν περιμένουν να δουν κάποια διαφορετική εικόνα από αυτή του ηλιακού συστήματος, ότι δε θα αλλάξει κάτι, δυο δεν έδωσαν κάποια απάντηση, δυο μαθητές ισχυρίζονται ότι θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα, γιατί το καινούριο αστέρι δε θα μπορέσει να το συγκρατήσει, δυο πιστεύουν ότι οι πλανήτες θα κινούνται πιο γρήγορα από πριν, ενώ δυο μαθητές υποθετούν ότι οι πλανήτες θα κινούνται πιο αργά τώρα που η μάζα του αστέρα είναι μικρότερη. Οι απαντήσεις των μαθητών είναι αναμενόμενες, κάποιοι έχοντας πραγματοποιήσει την προηγούμενη προσομοίωση, πιστεύουν ότι οι πλανήτες λόγω της μικρότερης μάζας του αστέρα, δε θα έλκονται τόσο και θα κινούνται πιο αργά από ότι κανονικά στο ηλιακό σύστημα, ενώ κάποιοι σκέφτηκαν ότι λόγω της μικρής του μάζας, ο νέος αστέρας δε θα μπορέσει να συγκρατήσει τους πλανήτες και θα φύγουν στο διάστημα, οπότε το ηλιακό σύστημα θα καταστραφεί. Οι υποθέσεις τους δεν είναι εντελώς αβάσιμες, πραγματικά αν ένα άστρο έχει μικρότερη μάζα από τον ήλιο δε θα μπορέσει να συγκρατήσει τους πλανήτες σε τροχιά γύρω του και θα φύγουν στο διάστημα, καθώς οι εσωτερικοί του πλανήτες θα έλκονται περισσότερο από τους εξωτερικούς πλανήτες του ηλιακού συστήματος. Όμως, στην συγκεκριμένη περίπτωση που έχουμε βάλει μόνο τους εσωτερικούς πλανήτες, αφού εκτελέσουμε την προσομοίωση παρατηρούμε ότι το άστρο θα καταφέρει να τους συγκρατήσει σε τροχιά γύρω του, χωρίς να διαλυθεί το ηλιακό σύστημα, καθώς οι μάζες τους δεν είναι πολύ μεγάλες.

Ερώτηση 5^η: Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη μας, τη Γη και παρατηρήστε πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της γύρω από το αστέρι που επιλέξατε. Καταγράψτε τη μέτρησή σας

Πίνακας 73^{ος}: Καταγραφή μετρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
--------------------	--------------------

4	wolf 359 περιφορά της γης: 2,37 ημέρες
4	proxima centauri περιφορά της γης: 2,49 ημέρες
2	Δεν απάντησαν

Ερώτηση 6^η: Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν διατηρήσουμε τη μάζα του Ήλιου σταθερή και μεταβάλλουμε τη μάζα της Γης;
 Πίνακας 74^{ος}: Αλλαγή μάζας της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
4	Θα συγκρουστεί με τον Άρη
1	Δε θα υπάρξει διαφορά
3	Θα γίνει εξωτερικός πλανήτης
2	Θα συγκρουστούν με τη γη όλοι οι γήινοι πλανήτες



Οι μαθητές στο σημείο αυτό διατύπωσαν αρκετές σωστές υποθέσεις. Αν αλλάξουμε ελάχιστα τη μάζα της γης, δε θα παρατηρήσουμε κάποια αλλαγή, αν μεγαλώσουμε ακόμα περισσότερο τη μάζα της, θα διαπιστώσουμε ότι αρχίζει και περιφέρετε πιο γρήγορα, ενώ αν την μεγαλώσω κατά πολύ, και γίνει αρκετά μεγαλύτερη και από το Δία, τότε η Αφροδίτη και ο Άρης θα έλκονται περισσότερο από τη γη, θα συγκρουστούν μαζί της και θα φύγουν στο διάστημα.

Γράφημα 71^ο: μεταβολή της μάζας της γης

Ερώτηση 7^η: Τι θα συμβεί αν μειώσουμε τη μάζα της Γης στο μισό; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

Πίνακας 75^{ος}: Μείωση της μάζας της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Θα συγκρουστεί με τον Άρη
8	Δε θα υπάρξει διαφορά
1	Δε γνωρίζω

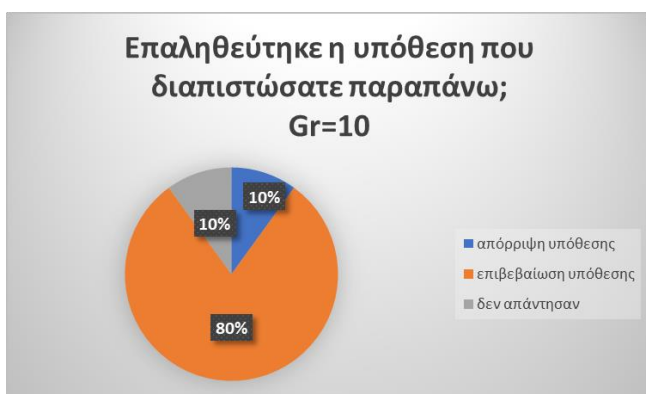


Οι μαθητές σε αυτή τη φάση της δραστηριότητας, έχουν αρχίσει να συνειδητοποιούν ότι μια μικρή αλλαγή στη μάζα της γης, δε θα έχει καμία σημαντική αλλαγή στο ηλιακό σύστημα.

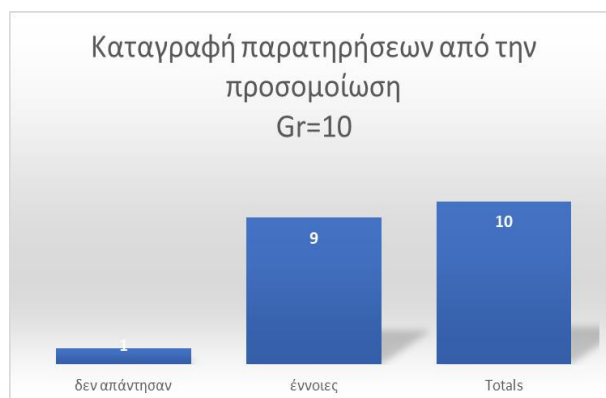
Γράφημα 72^ο: μείωση της μάζας της γης

Ερώτηση 8^η: Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας;
Πίνακας 76^ο: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
1	Απόρριψη υπόθεσης. Δε θα συγκρουστεί με τον Άρη γιατί η αλλαγή στη μάζα πολύ είναι μικρή
8	Επιβεβαίωση υπόθεσης. Δε θα υπάρξει διαφορά γιατί η αλλαγή στη μάζα της γης είναι μικρή και δε θα επηρεάσει το ηλιακό σύστημα
1	Δεν απάντησαν



Γράφημα 73^ο: Υπόθεση



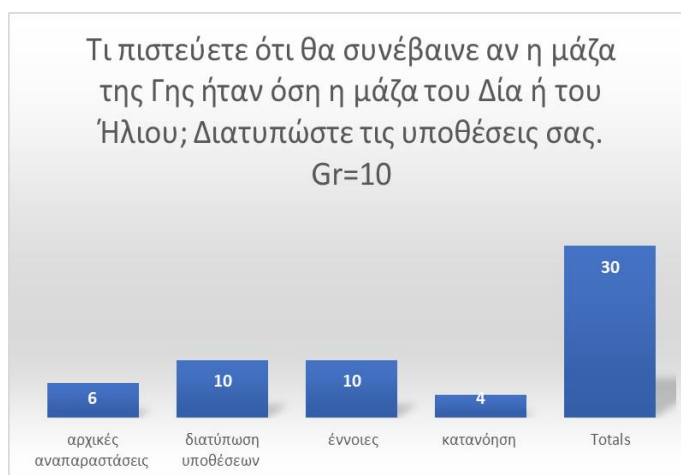
Γράφημα 74^ο: Παρατηρήσεις

Βλέπουμε λοιπόν ότι οι μαθητές έχουν αρχίσει να κατανοούν και να οπτικοποιούν φαινόμενα που σχετίζονται με το νόμο Παγκόσμιας Έλξης και τη βαρύτητα.

Ερώτηση 9^η: Τι πιστεύετε ότι θα συνέβαινε αν η μάζα της Γης ήταν όση η μάζα του Δία ή του Ήλιου; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

Πίνακας 77^{ος}: Αύξηση της μάζας της γης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
4	Αν η μάζα της ήταν όση του Δία δε θα παρατηρούσαμε κάποια αλλαγή, αν ήταν όση ο ήλιος θα προσέλκυε όλους τους πλανήτες, και τον ήλιο και θα κατέστρεφε το ηλιακό σύστημα
3	Θα γίνει εξωτερικός πλανήτης αφού θα έχει μεγαλύτερη μάζα
1	Θα συγκρουστεί με την Αφροδίτη
1	Θα συγκρουστεί με τον Άρη
1	Δεν θα αλλάξει τίποτα γιατί θα υπάρχει ο ήλος



Γράφημα 75^ο: Μάζα της γης ίση με του Δία

Βλέπουμε ότι οι περισσότεροι μαθητές μετά από τις προσομοιώσεις που πραγματοποίησαν και αφού έχουν οπτικοποιήσει φαινόμενα βαρύτητας, αρχίζουν και εκφράζουν υποθέσεις πιο δικαιολογημένες επιστημονικά. Αν η μάζα της γης γίνει όση του Δία, δε νθα παρατηρήσουμε σημαντική αλλαγή στο ηλιακό σύστημα γιατί η μάζα του ήλιου εξακολουθεί να παραμένει μεγαλύτερη, οπότε έλκει εκείνη όλους τους πλανήτες. Αν η μάζα της γης γίνει όση του ήλιου, θα καταστραφεί το ηλιακό σύστημα, η “νέα” γη θα αρχίσει να έλκει τον ήλιο, αλλά και τους πλανήτες, οι οποίοι θα συγκρούονται μαζί της και θα φεύγουν στο διάστημα.

Ερώτηση 10^η: Εκτελέστε τις προσομοιώσεις και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας;

Πίνακας 78^{ος}: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
3	Απόρριψη υπόθεσης, δε θα γίνει η γη εξωτερικός πλανήτης επειδη θα αποκτήσει μεγαλύτερη μάζα

1	Απόρριψη υπόθεσης. Αν η μάζα της γης γίνει όση του ήλιου θα αλλάξει όλη η εικόνα του ηλιακού συστήματος, πιο συγκεκριμένα θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα
4	Επιβεβαίωση υπόθεσης. Όσο η μάζα της είναι όση του Δία δε θα παρατηρήσουμε κάποια, όταν γίνει όση ο ήλιος θα αρχίσει να έλκει όλους τους πλανήτες και θα καταστρέψει το ηλιακό σύστημα
2	Επιβεβαίωση υπόθεσης. Όταν η μάζα της γης γίνει όση του ήλιου, αλλιώς δε θα συγκρουστεί με την Αφροδίτη/ Άρη

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι μαθητές αρχίζουν και δίνουν πιο τεκμηριωμένες επιστημονικά απαντήσεις, οι οποίες επαληθεύονται κατά την εκτέλεση της προσομοίωσης.

Στη συνέχεια, επιλέξτε την προσομοίωση “Solar System” και από τη γραμμή επιλογών που βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης σας κάντε κλικ στην επιλογή “Simulation settings” και στη συνέχεια “Gravity” και μηδενίστε τη βαρύτητα.

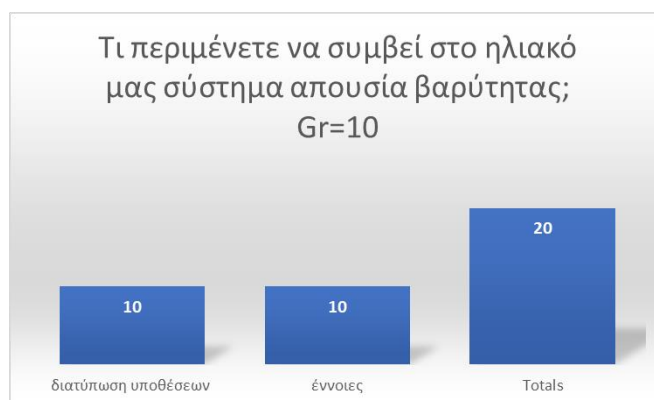
Ερώτηση 11^η: Τι περιμένετε να συμβεί στο ηλιακό μας σύστημα απουσία βαρύτητας;

Πίνακας 79^{ος}: Απουσία βαρύτητας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	Θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα γιατί δε θα υπάρχει η βαρύτητα για να το συγκρατήσει
2	Ίσως οι πλανήτες φύγουν στο διάστημα



Γράφημα 76^ο: Υπόθεση



Γράφημα 77^ο: Διατύπωση υποθέσεων

Οι μαθητές έδωσαν όλοι τη σωστή απάντηση, αν και δυο από αυτούς εξέφρασαν μια επιφύλαξη

Ερώτηση 12^η: Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.
Πίνακας 80^{ος}: Καταγραφή παρατηρήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Θα διαλυθεί το ηλιακό σύστημα γιατί δε θα υπάρχει η βαρύτητα για να το συγκρατήσει



Γράφημα 78^ο: Διάλυση ηλιακού συστήματος

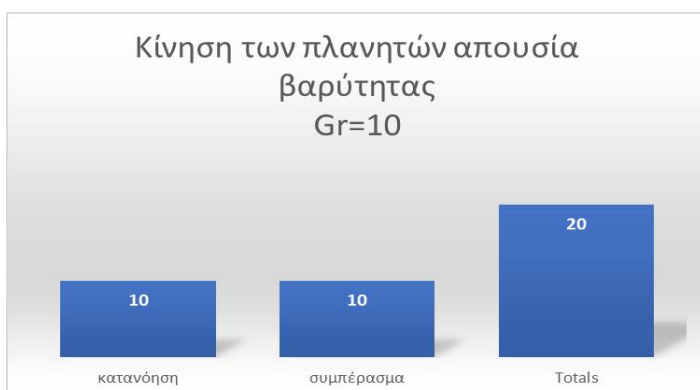
Γράφημα 79^ο: Παρατηρήσεις

Μετά την εκτέλεση της προσομοίωσης, ολοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση και σιγουρεύτηκαν και αυτοί που είχαν τις αμφιβολίες τους.

Ερώτηση 13^η: Περιγράψτε τις τροχιές των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος απουσία βαρύτητας.

Πίνακας 81^{ος}: Τροχιές πλανητών απουσία βαρύτητας

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Οι πλανήτες θα αρχίσουν να κινούνται σε ευθεία γραμμή και όχι σε τροχιά γύρω από τον ήλιο αν δεν υπάρχει βαρύτητα



Όλοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση για τις τροχιές των πλανητών αν δεν υπάρχει η δύναμη της βαρύτητας

Γράφημα 80^ο: Κίνηση πλανητών απουσία βαρύτητας

3.3.7 Φάση Δ' – Ψηφιακό Παιχνίδι

Σε αυτή τη φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι μαθητές έχοντας πραγματοποιήσει όλες τις απαραίτητες προσομοιώσεις για τη μελέτη του ηλιακού μας συστήματος, καλούνται να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν και να παίξουν ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι, στην ψηφιακή πλατφόρμα του choico, ακολουθώντας τις οδηγίες που τους έδωσε ο εκπαιδευτικός στην αρχή της παρούσας φάσης.

Οι μαθητές μέσα από τον πειραματισμό τους καλούνται να ανακαλύψουν και να καταγράψουν τη μεγαλύτερη διαδρομή που μπορούν να πραγματοποιήσουν, επισκεπτόμενοι όσο το δυνατόν περισσότερους πλανήτες, χωρίς να χάσουν. Στόχος τους λοιπόν είναι ουσιαστικά να βρουν την κατάλληλη σειρά με την οποία πρέπει να επισκεφτούν τα ουράνια σώματα του ηλιακού συστήματος και να ολοκληρώσουν το διαστημικό τους ταξίδι.

Όλοι οι μαθητές, μετά από τις προσπάθειές τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο πιο σωστός τρόπος για να καταφέρει να επισκεφτεί όλα τα ουράνια σώματα του ηλιακού συστήματος είναι να επιλέγουν να επισκέφονται εναλλάξ ένα βραχώδη και έναν αέριο πλανήτη.

Ο εκπαιδευτικός μετά από την καταγραφή των παρατηρήσεών του, συγκέντρωσε τα ακόλουθα δεδομένα:

- 1) Καταφέρατε να επισκεφτείτε όλα τα ουράνια σώματα που υπάρχουν στο ηλιακό μας σύστημα;

Πίνακας 82^ο: Ουράνια σώματα

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
7	Όχι όλα, γιατί όταν επισκέπτεσαι τον ήλιο χάνεις λόγω της μεγάλης του θερμοκρασίας
2	Μόνο τους γήινους πλανήτες γιατί στους αέριους παγώνεις λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας και στον ήλιο ψήνεσαι
1	Σχεδόν σε όλους



Όπως βλέπουμε από τις απαντήσεις των μαθητών, αφού εξερεύνησαν το ηλιακό μας σύστημα και πειραματίστηκαν με το ψηφιακό παιχνίδι, προσπάθησαν να επισκεφτούν όσα περισσότερα ουράνια σώματα ήταν εφικτό κατά το διαστημικό τους ταξίδι.

Γράφημα 81^ο: Ουράνια σώματα που επισκεφτήκατε

2) Δοκιμάσατε να επισκεφτείτε τον ήλιο σε κάποια φάση του ταξιδιού σας;

Πίνακας 83^ο: Επίσκεψη στον ήλιο

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Ναι και στην αρχή του παιχνιδιού και μετά από πλανήτες, αλλά το αποτέλεσμα ήταν το ίδιο
2	Ναι στην αρχή του παιχνιδιού/ ήταν η πρώτη μου κίνηση
2	Ναι μετά από κάποιους πλανήτες και ψήθηκα



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές προσπαθήσαν να επισκεφτούν τον ήλιο είτε στην αρχή του παιχνιδιού τους, είτε μετά την επίσκεψη κάποιων πλανητών. Η πλειοψηφία μάλιστα δοκίμασε να τον επισκεφτεί περισσότερες από μια φορές. Αυτό που αξίζει να σημειώσουμε εδώ είναι ότι οι μαθητές μπήκαν στη διαδικασία να σκεφτούν γιατί έχαναν και κατάφεραν να δικαιολογήσουν πλήρως το αποτέλεσμα αυτό, αποδίδοντάς το στην υψηλή θερμοκρασία του.

Γράφημα 82^ο: Επίσκεψη στον ήλιο

3) Επισκεφτήκατε και τους βραχώδεις και τους αέριους πλανήτες; Αν ναι, με ποια σειρά;

Πίνακας 84^ο: Σειρά κινήσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
7	Ναι και τους βραχώδεις και τους αέριους, στην πρώτη δοκιμή πήγα πρώτα στους αέριους αλλά πάγωσα και έχασα, στη δεύτερη πήγα εναλλάξ σε αέριους και βραχώδεις πλανήτες για να μην παγώσω, ούτε να ψηθώ
3	Ναι τους επέλεγα τυχαία, αλλά στο τέλος πάγωσα

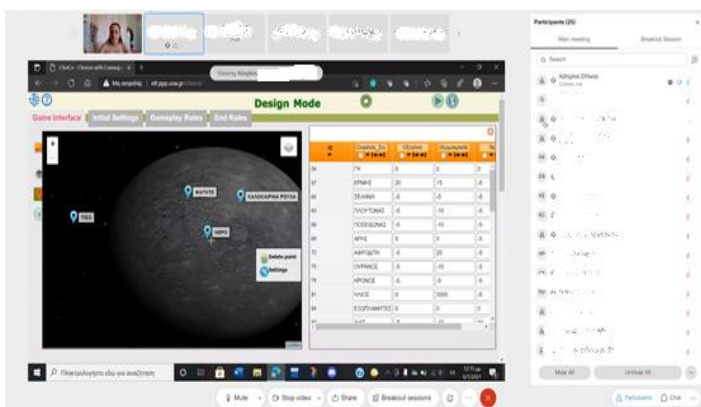


Η πλειοψηφία των μαθητών επισκέφτηκε και τους βραχώδεις και τους αέριους πλανήτες και μετά από πειραματισμούς και δοκιμές κατάφερε να βρει το σωστό τρόπο να κρατάει τον παράγοντα της θερμοκρασίας του παιχνιδιού σε μια ισορροπία, που ήταν και ο σημαντικότερος σκοπός του παιχνιδιού, ώστε να παραμείνει στο παιχνίδι. Μόνο τρεις μαθητές δεν μπόρεσαν να βρουν το σωστό τρόπο να επισκεφτούν τους πλανήτες

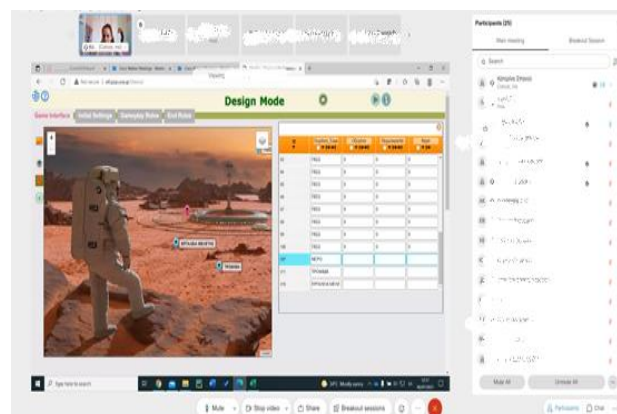
Γράφημα 83^ο: Σειρά που επιλέξατε

Μετά την ολοκλήρωση του ταξιδιού τους, οι μαθητές κλήθηκαν να μπουν στο επίπεδο του κάθε πλανήτη και να συμπληρώσουν τρία αντικείμενα που πιστεύουν ότι θα τους ήταν απαραίτητα μαζί τους, κατά τον αποικισμό του πλανήτη, στην περίπτωση που λόγω μιας ανεπανόρθωτης οικολογικής καταστροφής κληθούμε να εγκαταλείψουμε τον πλανήτη μας για να επιβιώσουμε. Οι μαθητές στη δραστηριότητα αυτή πρέπει να έχουν στο μυαλό τους τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη, τα προβλήματα που θα προκύψουν λόγω των συνθηκών του, και πρακτικούς τρόπους για να τα αντιμετωπίσουν και να μπορέσουν να επιζήσουν. Μόλις ολοκλήρωσαν τη δραστηριότητα, παρουσίασαν τις ιδέες τους στην ολομέλεια, δικαιολώνοντας κάθε φορά την επιλογή τους.

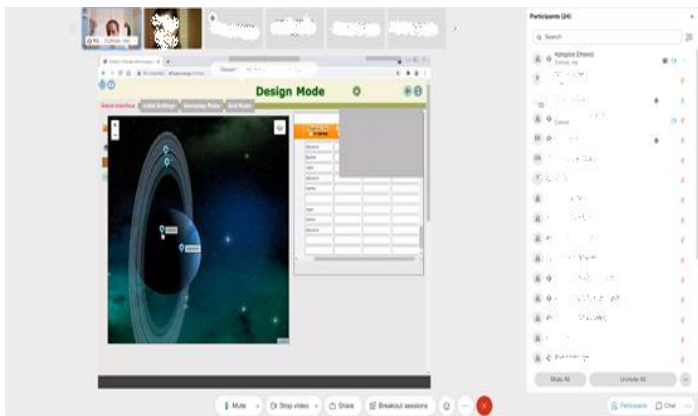
Παρακάτω ακολουθούν μερικά στιγμιότυπα που κατέγραψε ο ερευνητής κατά τη διάρκεια της παρουσίασης των μαθητών:



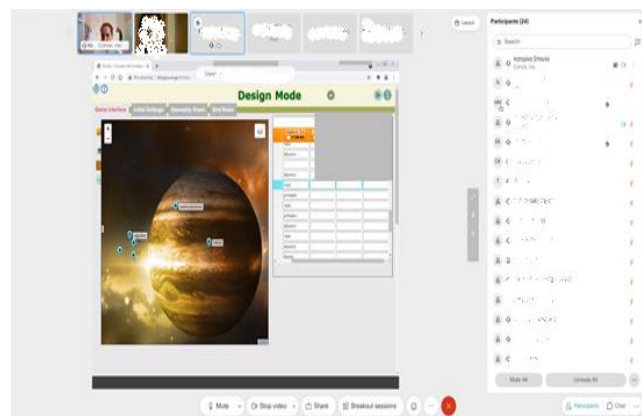
Εικόνα 23^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



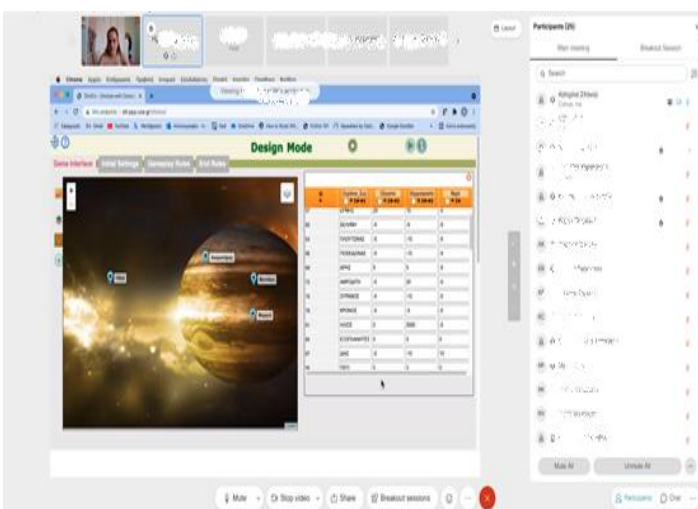
Εικόνα 24^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



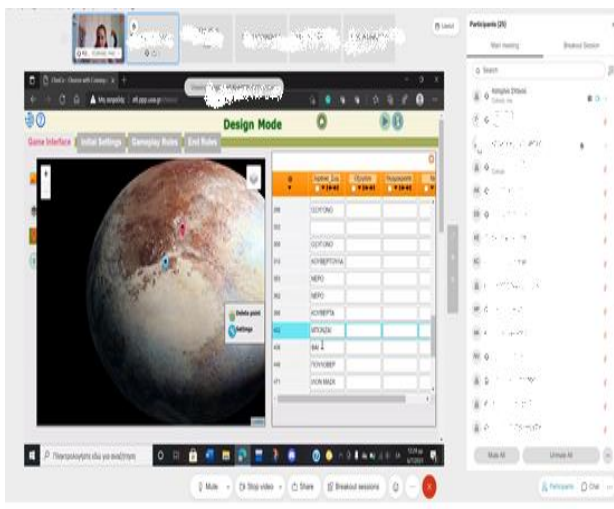
Εικόνα 25^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



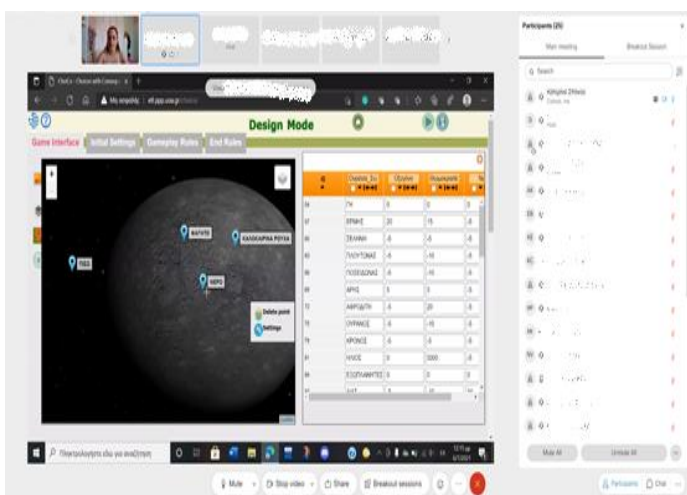
Εικόνα 26^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



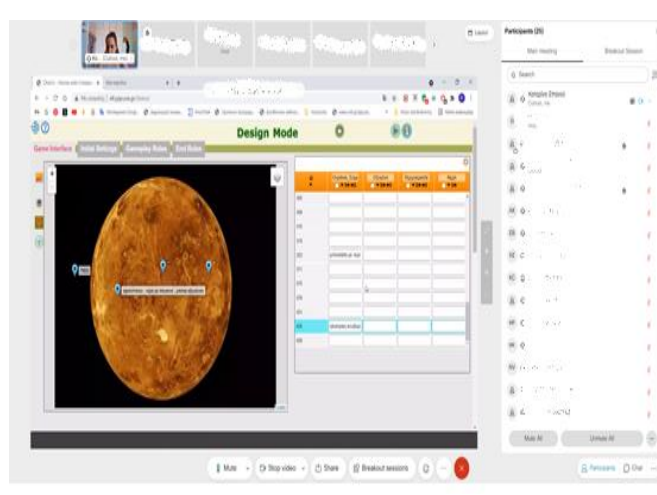
Εικόνα 27^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



Εικόνα 28^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



Εικόνα 29^η: Ψηφιακό Παιχνίδι



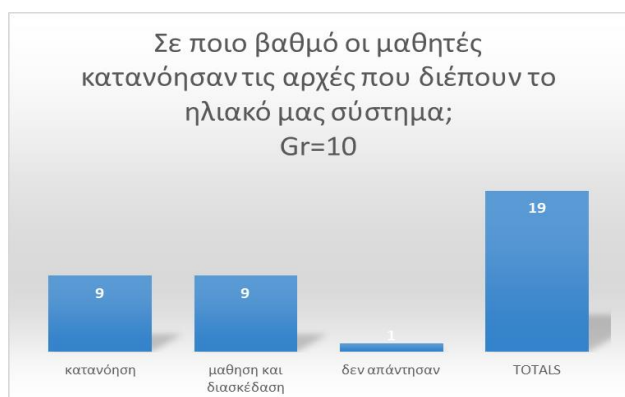
Εικόνα 30^η: Ψηφιακό Παιχνίδι

Με αυτόν τον τρόπο, εκπαιδευτικός συνδυάζοντας τη μάθηση με το παιχνίδι, έχει ως στόχο να ελεγξει σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατανόησαν τις αρχές και έννοιες που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα.

- 4) Σε ποιο βαθμό οι μαθητές κατανόησαν τις αρχές που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα;

Πίνακας 85^{ος}: Κατανόηση εννοιών

Αριθμός απαντήσεων	Παρατηρήσεις ερευνητή
9	Μέσα από τα ψηφιακά δομήματα που δημιουργήσαν φαίνεται ότι κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό τις αρχές που διέπουν το ηλιακό σύστημα, προτείνοντας πρακτικές λύσεις
1	Λόγω προβλημάτων δικτύου δεν κατάφερε να ολοκληρώσει τη δραστηριότητα



Όπως ήταν αναμενόμενο οι μαθητές μέσα από την παιγνιώδη μάθηση συνδύασαν τη μάθηση με τη διασκέδαση, μέσα από την εμπλοκή τους με ένα αυθεντικό πρόβλημα, τον αποικισμό ενός άλλου πλανήτη και την επίλυση των προβλημάτων που θα προκύψουν λόγω των διαφορετικών συνθηκών του σε σχέση με τη γη, το οποίο μάλλον θα κληθούμε να αντιμετωπίσουμε

Γράφημα 84^ο: Βαθμός κατανόησης

3.3.8 Φάση Ε' – Κατασκευή ρομποτικής διάταξης

Στην τελευταία δραστηριότητα της έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε δια ζώσης, οι μαθητές κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν δημιουργικά τη ρομποτική διάταξη του Arduino Uno με όλους τους απαραίτητους αισθητήρες που τους δόθηκε για να σχεδιάσουν, να προγραμματίσουν και να υλοποιήσουν ένα δικό τους project σχετικό με το υπό μελέτη θέμα.

Σκέφτηκαν λοιπόν ότι αφού δεν υπάρχει η δυνατότητα να πάνε στο διάστημα και να πάρουν τις δικές τους μετρήσεις, να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που προσφέρει ο τομέας της ρομποτικής και να κατασκευάσουν το δικό τους “Rover”, εφοδιασμένο με τους κατάλληλους αισθητήρες, που θα ταξιδέψει στο ηλιακό μας σύστημα και θα μας μεταδώσει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε πλανήτη. Επειδή όμως δεν υπήρχε η δυνατότητα να στείλουν το διαστημικό τους όχημα στο διάστημα, έφεραν το διάστημα στην τάξη τους και με τα δεδομένα που συνέλεξε η ρομποτική τους κατασκευή σχετικά με τις συνθήκες των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος, μελέτησαν σε βάθος τον παράγοντα της κατοικησιμότητας για να βρουν πλανήτη κατάλληλο να φιλοξενήσει ζωή.

Οι μαθητές στη δραστηριότητα αυτή εργάστηκαν σε ομάδες, προγραμματίζοντας και μοιράζοντας τις εργασίες που έπρεπε πραγματοποιηθούν και συμπλήρωσαν ομαδικά το φύλλο εργασίας που τους δόθηκε.

Στο κόμματι αυτό θα αναλύσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο 5^ο φύλλο εργασίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με τη ρομποτική κατασκευή που κλήθηκαν να φτιάξουν και να προγραμματίσουν. Η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ομαδική.

Ρομποτική διάταξη με Arduino Uno

- **LCD I2C ΟΘΟΝΗ**

Ερώτηση 1^η: Μελετώντας τον κώδικα αυτόν, ποιο μήνυμα περιμένετε να εμφανίζεται στην οθόνη σας όταν την προγραμματίσετε; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Πίνακας 86^{ος}: Μήνυμα στην οθόνη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Θα εμφανίσει “Hello World” και “LCD tutorial”
4	Θα εμφανίσει “Hello World” στην πρώτη σειρά ξεκινώντας από το κελί της δεύτερης στήλης και “LCD tutorial”στη δεύτερη σειρά ξεκινώντας από το δεύτερο κελί



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές πρόβλεψαν σωστά και έδωσαν τη σωστή απάντηση στη συγκεκριμένη ερώτηση, όμως μόνο τέσσερις μαθητές έδωσαν ολοκληρωμένη απάντηση προσδιορίζοντας πλήρως και τη θέση (σειρά και στήλη) που περιμένουν να εμφανίζεται το μήνυμα στην οθόνη τους

Γράφημα 85^ο: Εμφάνιση μηνύματος

Ερώτηση 2^η: Ποιες είναι οι εντολές που δηλώνουν τι θα εμφανιστεί στην οθόνη σας και σε ποια στήλη και σειρά;

Πίνακας 87^{ος}: Εντολές

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Οι εντολές είναι <code>Icd.setCursor(2, 0)</code> ; Που μας δείχνει τη θέση που εμφανίζεται το μήνυμα και <code>Icd.print("Hello World ");</code>



Βλέπουμε ότι οι μαθητές κατανόησαν πλήρως τις εντολές που μου δίνουν τι εμφανίζεται στην οθόνη μας και σε ποια θέση

Γράφημα 86^ο: Εντολές μηνύματος

Ερώτηση 3^η: Γιατί η εντολή αυτή έχει τόσο μεγάλη σημασία; Τι πιστεύετε ότι θα εμφανίζεται στην οθόνη σας αν την παραλείψετε;

Πίνακας 88^ο: Σημασία εντολών

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Είναι σημαντική γιατί αλλιώς δε θα καθαρίζει η οθόνη μας ανάμεσα στα μηνύματα που πρέπει να εμφανίζονται και θα μπλέκονται τα μηνύματα



Όλοι οι μαθητές συνειδητοποίησαν τη σπουδαιότητα της εντολής καθαρισμού της οθόνης ανάμεσα στην εμφάνιση των μηνυμάτων

Γράφημα 87^ο: Εντολή καθαρισμού οθόνης

- **TCS 3200 COLOR SENSOR**

Ερώτηση 1^η: Γιατί είναι απαραίτητο να ορίσουμε τα χρώματα τα οποία θα αναγνωρίζει ο αισθητήρας χρωμάτων; Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν δεν τις ορίσουμε;

Πίνακας 89^ο: Ορισμός των χρωμάτων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
--------------------	--------------------

10	Είναι απαραίτητο γιατί τα χρώματα που καλείται να αναγνωρίσει ο αισθητήρας αποτελούν τις μεταβλητές του προγράμματος μας, αν δεν τις ορίσουμε, δε θα τις αναγνωρίζει ο κώδικας στη συνέχεια και δε θα τις διαβάζει για να εκτελέσει τις εντολές
----	---



Οι μαθητές έχουν αντιληφθεί γιατί είναι απαραίτητο να ορίσω πριν το πρόγραμμα τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσω στη συνέχεια και τι θα συμβεί αν δεν το κάνουν.

Γράφημα 88^ο: Ορισμός Χρωμάτων

• **MQ2 GAS SENSOR**

Ερώτηση 1^η: Αφού μελετήσετε τον κώδικα, ποιο μήνυμα πιστεύετε ότι θα εμφανιστεί στην οθόνη αν προγραμματίσετε με αυτόν τον τρόπο τον αισθητήρα σας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Πίνακας 90^{ος}: Μήνυμα στην οθόνη

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Θα εμφανίσει στην οθόνη “gas sensor is warming up”
4	Θα εμφανίσει στην οθόνη “gas sensor is warming up” και αν ο αισθητήρας εντοπίσει τιμή πάν από 300 θα εμφανίσει και το μήνυμα “smoke detected”



Οι περισσότεροι μαθητές εντόπισαν μόνο το πρώτο μήνυμα που θα εμφανίζεται στην οθόνη, καθώς δεν παρατήρησαν την εντολή με το if που ακολουθούσε παρακάτω

Γράφημα 89^ο: Μήνυμα στην οθόνη

ΕΡΩΤΗΣΗ: Αφού μελετήσετε προσεκτικά τις παραπάνω οδηγίες και προγραμματίσετε κατάλληλα όλους τους αισθητήρες που θα χρησιμοποιήσετε για την κατασκευή και τον προγραμματισμό της ρομποτικής σας διάταξης, δώστε από τον κώδικά σας, τα κομμάτια εκείνα που έδωσαν τις εντολές στον κάθε έναν αισθητήρα. Τέλος, παραθέστε φωτογραφίες από τη ρομποτική σας διάταξη.

Οι μαθητές στο σημείο αυτό παρέθεσαν τον κώδικά τους, με τον οποίο προγραμματίσαν όλους τους αισθητήρες και τα στοιχεία που χρησιμοποίησαν στην ρομποτική τους διάταξη, στον οποίο φαίνονται ως σχόλια δίπλα στις εντολές η λειτουργία τους και ο αισθητήρας στον οποίο αντιστοιχούν. Ο κώδικας που έφτιαξαν είναι ο ακόλουθος:

```
#include <MQ2.h>
#include <Wire.h> // Library for I2C communication
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD

#define s0 4      //Module sensor pins
#define s1 5
#define s2 6
#define s3 7
#define out 8

int Red=0, Blue=0, Green=0; //RGB times
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 20, 4);

int Analog_Input = A0;
int lpg, co, smoke;

MQ2 mq2(Analog_Input);

void setup()
{
  // arxikoposis LCD:
  lcd.init();
  lcd.backlight();

  //serial communication
  Serial.begin(9600);
  mq2.begin();

  pinMode(s0,OUTPUT); //pin modes
  pinMode(s1,OUTPUT);
  pinMode(s2,OUTPUT);
  pinMode(s3,OUTPUT);
  pinMode(out,INPUT);

  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);

  digitalWrite(s0,HIGH); //Putting S0/S1 on HIGH/HIGH levels means the output
frequency scalling is at 100% (recommended)
  digitalWrite(s1,HIGH); //LOW/LOW is off HIGH/LOW is 20% and LOW/HIGH is 2%
}

void loop(){
```

```
float* values= mq2.read(false); //set it false if you don't want to print the values in the
Serial
//lpg = values[0];
lpg = mq2.readLPG();
//co = values[1];
co = mq2.readCO();
//smoke = values[2];
smoke = mq2.readSmoke();
GetColors(); //Execute the GetColors function to get the value of each
RGB color //Depending of the RGB values given by the sensor we
can define the color and displays it on the monitor

if (Red <=15 && Green <=15 && Blue <=15) //If the values are low it's likely the
white color (all the colors are present)
    Serial.println("DIASTIMA");

else if (Red<Blue && Red<=Green && Red<23) //if Red value is the lowest one and
smaller than 23 it's likely Red
{ Serial.println("MARS");
  lcd.clear(); //katharismos othonis
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("vriskeste ston Ari");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("T=249 K g=3.7 m/s2");
  lcd.setCursor(2, 2);
  lcd.print("95% CO2 , 2.8% N2 ");
  lcd.setCursor(2, 3);
  lcd.print("isos katoikisimos");
  digitalWrite(10, HIGH); // led kokkino
}

else if (Blue<Green && Blue<Red && Blue<20) //mple
{ Serial.println("POSEIDON");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("eiste ston Poseidona");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("T=249 K g=11.15 m/s2");
  lcd.setCursor(2, 2);
  lcd.print("80% H2, 19% He ");
  lcd.setCursor(2, 3);
  lcd.print("mi katoikisimos");
  digitalWrite(10, HIGH); //led kokkino
}

else if (Green<Red && Green-Blue<= 8) //prasino
{ Serial.println("EARTH");
  lcd.setCursor(2, 0);
  lcd.clear();
  lcd.print(" eiste stin gi ");
```

```
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("T = 299 K");

    lcd.print(" LPG:"); //metriseis sensor aerion
    lcd.print(lpg);
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(" CO:");
    lcd.print(co);
    lcd.print(" SMOKE:");
    lcd.print(smoke);

    lcd.setCursor(2, 3);
    lcd.print("katoikisimi");
    digitalWrite(11, HIGH); // prasino led

}
else
{ Serial.println("AGNOSTO"); // otidipote allo sto diastima
  lcd.setCursor(2, 0);
  lcd.clear();
  lcd.print(" ANAZITISI ");
}

}

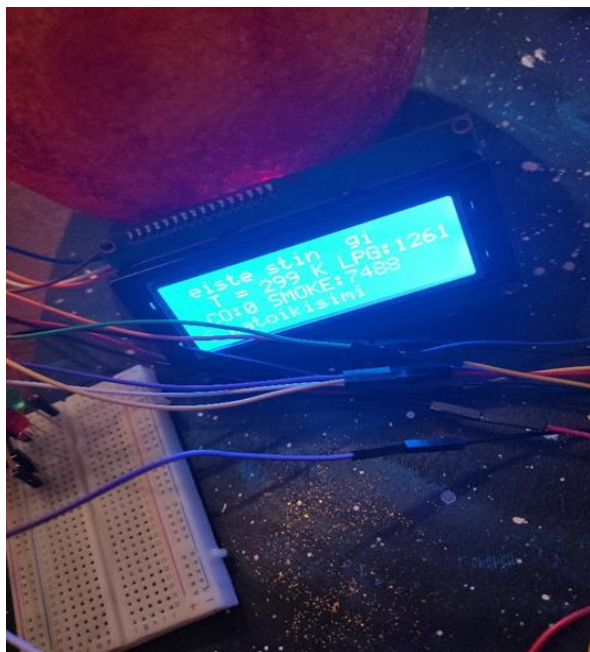
delay(2000); //2s delay

digitalWrite(11, LOW); //off led
digitalWrite(10, LOW);

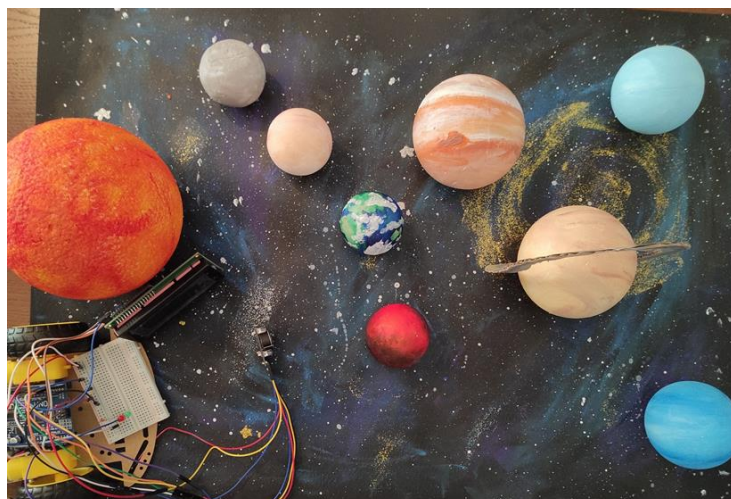
}

void GetColors()
{
  digitalWrite(s2, LOW); //S2/S3 levels define which set of
  //photodiodes we are using LOW/LOW is for RED LOW/HIGH is for Blue and HIGH/HIGH
  //is for green
  digitalWrite(s3, LOW);
  Red = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH); //here we wait until
  "out" go LOW, we start measuring the duration and stops when "out" is HIGH again, if
  you have trouble with this expression check the bottom of the code
  delay(20);
  digitalWrite(s3, HIGH); //Here we select the other color (set of
  //photodiodes) and measure the other colors value using the same techinque
  Blue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
  delay(20);
  digitalWrite(s2, HIGH);
  Green = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
  delay(20);
}
```

}



Εικόνα 32^η: Επίσκεψη στη γη



Εικόνα 31^η: Το ηλιακό μας σύστημα

Μετά την ολοκλήρωση της πέμπτης και τελευταίας φάσης, δόθηκε στους μαθητές ένα post-test, μέσα από το οποίο ο ερευνητής εστίασε κυρίως στις ερωτήσεις με τα μικρότερα ποσοστά σωστών απαντήσεων, για οικονομία χρόνου, λόγω του περιορισμένου χρόνου που είχαμε στη διάθεσή μας, για να αντιληφθεί πως εξελίχθηκαν οι αρχικές ιδέες και αναπαραστάσεις των μαθητών σχετικά με το ηλιακό μας σύστημα και πως αναδομήθηκαν οι παρανοήσεις και οι εσφαλμένες αναπαραστάσεις που είχαν στην αρχή της έρευνας για αυτό.

Ερώτηση 1^η: Τι γνωρίζεις για το ηλιακό μας σύστημα; Είχε πάντα την δομή που παρουσιάζει τώρα;

Πίνακας 91^{ος}: Ηλιακό σύστημα

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
7	Όχι το ηλιακό μας συστημα δεν ειχε πάντα αυτήν την μορφή. Ήταν ένα νέφος υδρογόνου, με σκόνη, αέρια και συντρίμια που εξαιτίας της βαρύτητας μπήκαν σε τροχιά και δημιουργήθηκε το ηλιακό μας σύστημα
3	Όχι, πέρασε από πολλά στάδια μέχρι να αποκτήσει τη μορφή που έχει τώρα



Βλέπουμε ότι οι μαθητές έχουν πλέον μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το ηλιακό μας σύστημα, τη μορφή που είχε πριν εκατομμύρια χρόνια και τη μορφή που έχει τώρα.

Γράφημα 90^ο: Δομή ηλιακού συστήματος

Ερώτηση 2^η: Από πόσους πλανήτες αποτελείται το ηλιακό μας σύστημα;

Πίνακας 92^ο: Αριθμός πλανητών του ηλιακού συστήματος

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	8 πλανήτες



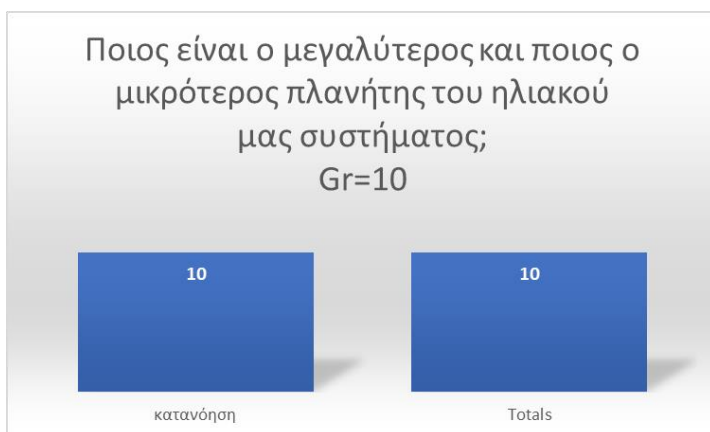
Όλοι οι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση, γεγονός που αποδεικνύει ότι αναδομήθηκαν οι εσφαλμένες αντιλήψεις που είχαν στην αρχή και η τάση τους να συγχέουν τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα.

Γράφημα 91^ο: Αριθμός πλανητών

Ερώτηση 3^η: Ποιος είναι ο μεγαλύτερος και ποιος ο μικρότερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος;

Πίνακας 93^ο: Μεγαλύτερος και μικρότερος πλανήτης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Μεγαλύτερος ο Δίας και μικρότερος ο Ερμής



Οι μαθητές μέσα από τις προσομοιώσεις και τις δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν στα πλαίσια της έρευνας, οπτικοποίησαν τους πλανήτες που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα και συνειδητοποίησαν τόσο το μέγεθος και την απόσταση του κάθε πλανήτη από τον ήλιο, όσο και τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε έναν από αυτούς.

Γράφημα 92^ο: Μεγαλύτερος και μικρότερος πλανήτης

Ερώτηση 4^η: Από τι αποτελείται ο Ήλιος και ποια η θέση του στο ηλιακό σύστημα;
Πίνακας 94^ο: Σύσταση του ήλιου

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Ο ήλιος αποτελεί το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος και αποτελείται από ήλιο και υδρογόνο



Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές απάντησαν σωστά αυτή τη φορά στην ερώτηση, γεγονός που φανερώνει την εξέλιξη των αρχικών τους αναπαραστάσεων

Γράφημα 93^ο: Ο ήλιος

Ερώτηση 5^η: Ποιοι είναι οι βραχώδεις και ποιοι οι αέριοι πλανήτες;
Πίνακας 95^ο: Βραχώδεις και αέριοι πλανήτες

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Βραχώδεις Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης Αέριοι Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας



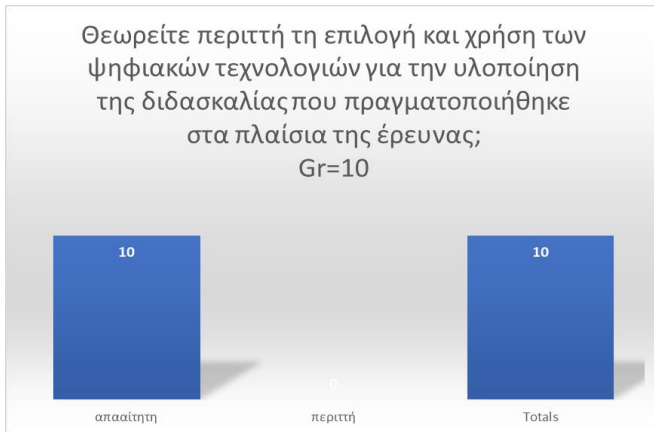
Όπως βλέπουμε, οι μαθητές έχουν οπτικοποιήσει το ηλιακό σύστημα και ξεχωρίζουν πλέον τους βραχώδεις από τους αέριους πλανήτες, ενώ είναι σε θέση και να τους ονοματίσουν, αλλά και να αναφέρουν τις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε έναν από αυτούς

Γράφημα 94^ο: Βραχώδεις και αέριοι πλανήτες

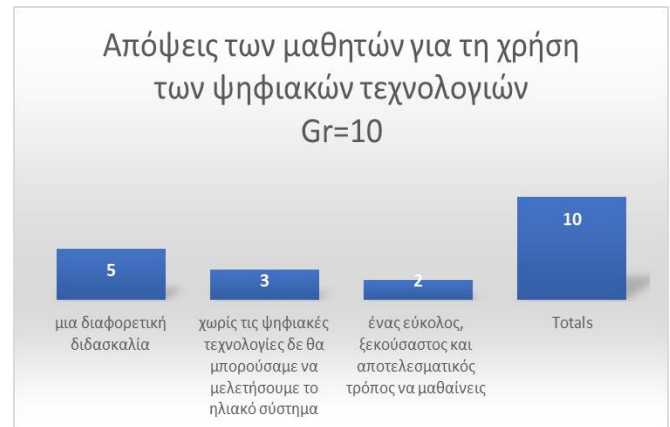
Πριν την ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας στην οποία συμμετείχαν οι μαθητές, ο εκπαιδευτικός είχε ορίσει να πάρει μια μικρή συνέντευξη από τον κάθε μαθητή ατομικά, μέσα από την οποία, οι συμμετέχοντες είχαν την ευκαιρία να εκφράσουν τις απόψεις τους για τις ψηφιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στη μαθησιακή διαδικασία και να αξιολογήσουν το κάθε εργαλείο που χρησιμοποίησαν ξεχωριστά. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, οι μαθητές ανέφεραν και τα προβλήματα που κήθηκαν να αντιμετωπίσουν στη δραστηριότητα της ρομποτικής. Πιο συγκεκριμένα, οι απαντήσεις που έδωσαν στις ερωτήσεις του ερευνητή είναι οι ακόλουθες:

- 1) Θεωρείτε περιττή τη επιλογή και χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών για την υλοποίηση της διδασκαλίας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας;
Πίνακας 96^ο: Αξιολόγηση ψηφιακών τεχνολογιών

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Όχι καθόλου, ήταν μια διαφορετική διδασκαλία από τη συνηθισμένη, πέρα από την επίλυση ασκήσεων φυσικής και μαθηματικών και μου άρεσε πολύ, ήταν όλα πολύ καλά οργανωμένα και η επιλογή των εργαλείων είχε μελετηθεί πολύ
3	Όχι, χωρίς τις ψηφιακές τεχνολογίες δε θα μπορούσαμε να μελετήσουμε τόσο αναλυτικά και παραστατικά το ηλιακό μας σύστημα και να πραγματοποιήσουμε το διαστημικό μας ταξίδι σε αυτό
2	Όχι, είχε πολύ μεγαλύτερο ενδιαφέρον από το να λύνεις απλά ασκήσεις όπως συμβαίνει στο λύκειο, είναι ένας εύκολος και ξεκούραστος και αποτελεσματικότερος τρόπος να μαθαίνεις



Γράφημα 95°: Χρήση ψηφιακών τεχνολογιών



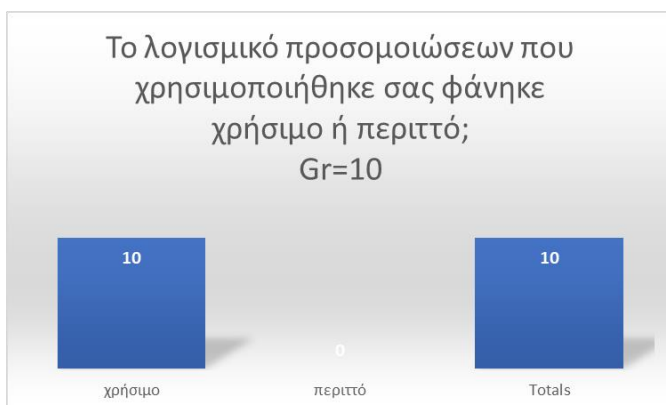
Γράφημα 96°: Απόψεις μαθητών

Όλοι οι μαθητές έκριναν απαραίτητη την χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για τη μέλετη του συγκεκριμένου θέματος, ενώ δεν έμεινε ασχολίαστη η σύγκριση της διδασκαλίας αυτής με την κλασική επίλυση ασκήσεων φυσικής και μαθηματικών.

- 2) Το ψηφιακό εργαλείο που χρησιμοποιήσαμε για τις προσομοιώσεις του ηλιακού συστήματος σας φάνηκε χρήσιμο ή θα μπορούσε να αποφευχθεί η χρήση του;

Πίνακας 97°: Αξιολόγηση λογισμικού προσομοιώσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Πολύ χρήσιμο, χωρίς αυτό δε θα μπορούσαμε να έχουμε εικόνα του ηλιακού συστήματος και των πλανητών/ δε θα είχαμε οπτικοποιήσει όλα αυτά τα θέματα της αστροφυσικής

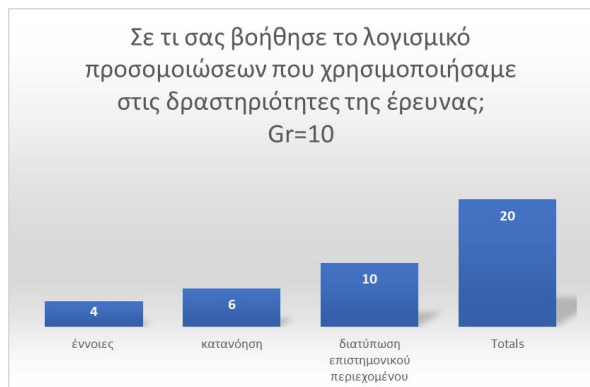


Γράφημα 97°: Λογισμικό προσομοιώσεων

Όλοι οι μαθητές συμφώνησαν ότι το λογισμικό προσομοιώσεων που χρησιμοποιήθηκε ήταν απαραίτητο, καθώς χωρίς αυτό δε θα μπορούσαν να μελετήσουν φαινόμενα αστροφυσικής, αφού δε είναι εφικτό να μεταβούν στο διάστημα ώστε να έχουν μια πλήρη εικόνα του ηλιακού συστήματος.

- 3) Σε τι σας βοήθησε το λογισμικό προσομοιώσεων που χρησιμοποιήσαμε στις δραστηριότητες της έρευνας;
Πίνακας 98^{ος}: Συνεισφορά λογισμικού προσομοιώσεων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Να δω το ηλιακό σύστημα και να μελετήσω τους πλανήτες/ να τους χωρίσω σε βραχώδεις και αέριους και να οπτικοποιήσω τις διαφορές τους
4	Να δημιουργήσω δικές μου προσομοιώσεις, να κάνω μετατροπές και να δω να συμβαίνουν πράγματα μπροστά στα μάτια μου που αλλιώς δε θα συνέβαιναν



Οι μαθητές όπως ήταν αναμενόμενο κατανόησαν τη συνεισφορά των προσομοιώσεων στη μελέτη φαινομένων, ειδικά για τα φαινόμενα αστροφυσικής που δεν υπάρχει άλλος τρόπος να τα παρακολουθήσουμε από κοντά.

Γράφημα 98^ο: Συνεισφορά προσομοιώσεων

- 4) Πιστεύετε ότι η δραστηριότητα με το ψηφιακό παιχνίδι θα μπορούσε να παραλειφθεί;
Πίνακας 99^{ος}: Αξιολόγηση ψηφιακού παιχνιδιού

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Όχι γιατί είναι ωραίο να μαθαίνεις παίζοντας/ καταλαβαίνεις περισσότερα
5	Όχι γιατί σου δίνει τη δυνατότητα να εφαρμόσεις όσα έμαθες και να παραμείνεις στο παιχνίδι/αξιολογείς τις γνώσεις που απέκτησες



Οι μαθητές κατά την αξιολόγηση του ψηφιακού παιχνιδιού που τους δόθηκε, τόνισαν ότι τους άρεσε που συνδύασαν τη μάθηση με τη διασκέδαση και το παιχνίδι, ότι τους βοήθησε να καταλάβουν κάποια πράγματα καλύτερα, μπόρεσαν να εφαρμόσουν όλα όσα έμαθαν και ήταν ένας τρόπος αυτοαξιολόγησης καθώς αξιολόγησαν τις γνώσεις που απέκτησαν.

Γράφημα 99^ο: Παράλειψη ψηφιακού παιχνιδιού

5) Η κατασκευή της ρομποτικής διάταξης σας δυσκόλεψε πολύ;
Πίνακας 100^{ος}: Κατασκευή ρομποτικής διάταξης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
4	Αρκετά ειδικά στην αρχή
3	Μας δυσκόλεψε στην αρχή
3	Ήταν λίγο δύσκολη στην αρχή

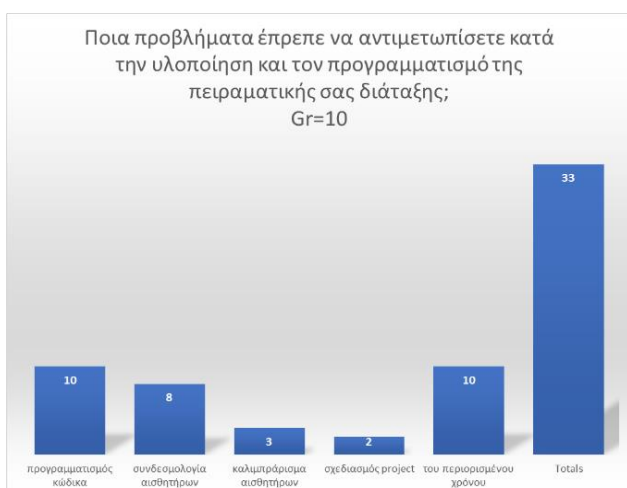


Όλοι οι μαθητές συμφώνησαν ότι ειδικά στην αρχή, η δραστηριότητα της κατασκευής μιας ρομποτικής διάταξης που τους ζητήθηκε, τους δυσκόλεψε αρκετά

Γράφημα 100^ο: Δυσκολία στη ρομποτική διάταξη

6) Ποια προβλήματα έπρεπε να αντιμετωπίσετε κατά την υλοποίηση και τον προγραμματισμό της πειραματικής σας διάταξης;
Πίνακας 101^{ος}: Επίλυση προβλημάτων

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
5	Του προγραμματισμού του κώδικα, της συνδεσμολογίας και του περιορισμένου χρόνου
3	Τον προγραμματισμό και το καλιμπράρισμα των αισθητήρων και το πρόβλημα του χρόνου
2	Το σχεδιασμό του project, και τον προγραμματισμό του σε τόσο λίγο χρόνο

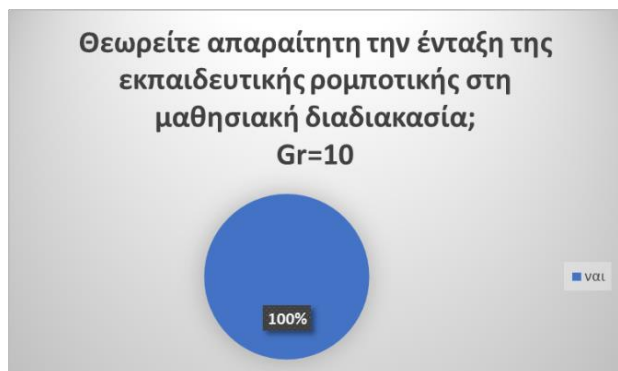


Παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές ανέφεραν ότι σε πρώτη φάση έπρεπε να διαχειριστούν το θέμα του περιορισμένου χρόνου της δραστηριότητας αυτής και το κομμάτι του προγραμματισμού, και της συνδεσμολογίας των αισθητήρων που η αλήθεια είναι ότι στο Arduino είναι αρκετά απαιτητική διαδικασία, ενώ κάποιοι ανέφεραν ότι τους δυσκόλεψε πολύ και η οργάνωση και ο σχεδιασμός του project.

Γράφημα 101^ο: Προβλήματα στη δραστηριότητα

- 7) Θεωρείτε απαραίτητη την ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία; Δικαιολογήστε την απάντησή σας
Πίνακας 102^{ος}: Ένταξη εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
6	Ναι, είναι η πιο ενδιαφέρουσα stem δραστηριότητα
4	Ναι γιατί συνδυάζει τις επιστήμες/έννοιες με την τεχνολογία και την επίλυση πραγματικών προβλημάτων

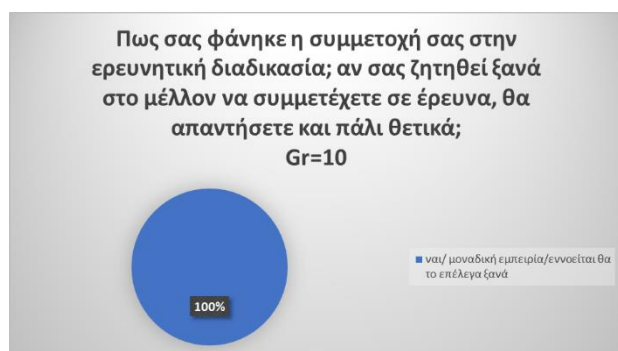


Όλοι οι μαθητές θεωρούν ότι είναι απαραίτητη η ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς αποτελεί στις μέρες μας την πιο καινοτόμο και ενδιαφέρουσα δραστηριότητα, και συνδυάζει τις επιστήμες με την τεχνολογία και την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία επίλυσης πραγματικών προβλημάτων

Γράφημα 102^ο: Ένταξη εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία

- 8) Πώς σας φάνηκε η συμμετοχή σας στην ερευνητική διαδικασία; Αν σας ζητηθεί ξανά στο μέλλον να συμμετέχετε σε έρευνα, θα απαντήσετε και πάλι θετικά;
Πίνακας 103^{ος}: Συμμετοχή στην ερευνητική διαδικασία

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
10	Ήταν τέλεια εμπειρία, εννοείται θα το επέλεγα ξανά, έμαθα πάρα πολλά πράγματα



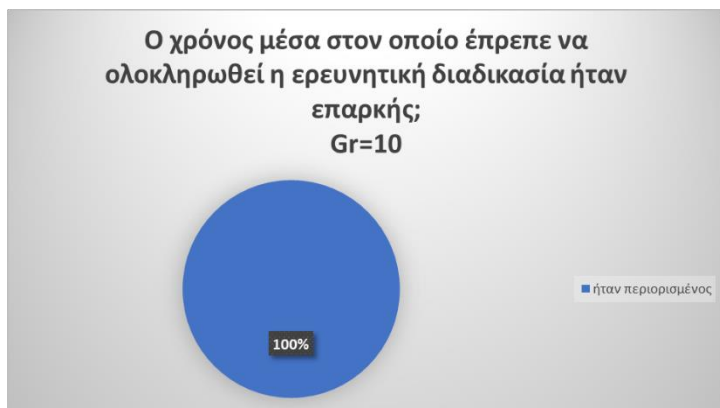
Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, μας περιέγραψαν την συμμετοχή τους σε αυτή ως μια μοναδική εμπειρία, την οποία θα την επαναλάμβαναν ξανά και μέσα από την οποία είχαν την δυνατότητα να μελετήσουν το μαγευτικό κόσμο του διαστήματος

Γράφημα 103^ο: Συμμετοχή στην έρευνα

- 9) Θεωρείτε ότι ο χρόνος μέσα στον οποίο έπρεπε να ολοκληρωθεί η ερευνητική διαδικασία ήταν επαρκής; Σε ποια από τις δραστηριότητες θα αφιερώνατε περισσότερο χρόνο;
Πίνακας 104^{ος}: Χρόνος υλοποίησης

Αριθμός απαντήσεων	Απαντήσεις μαθητών
8	Ήταν λίγο περιορισμένος ειδικά στην κατασκευή ρομποτικής διάταξης

2	Ίσως ήταν λίγος στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της ρομποτικής κατασκευής
---	---



Οι μαθητές συμφώνησαν ότι ο χρόνος των δραστηριοτήτων ήταν γενικά λίγο περιορισμένος και ειδικά στην δραστηριότητα της κατασκευής της ρομποτικής διάταξης θα ήθελαν να υπάρχει επιπλέον διαθέσιμος χρόνος, που όμως λόγω των συνθηκών της πανδημίας ήταν αδύνατο.

Γράφημα 104^ο: Χρόνος δραστηριοτήτων έρευνας

4. Συμπεράσματα Έρευνας

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο να εξετάσει τη συνεισφορά των ψηφιακών τεχνολογιών, της χρήσης μοντέλων, προσομοιώσεων, αλλά και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διερεύνηση φαινομένων της Αστροφυσικής-Αστρονομίας, την δημιουργία νοημάτων του μακροκόσμου, την οικοδόμηση εννοιών για το ηλιακό μας σύστημα και να ελέγξει πως αναδομήθηκαν οι παρανοήσεις και οι εσφαλμένες αναπαραστάσεις των μαθητών μετά το τέλος της μαθησιακής διαδικασίας που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της έρευνας.

Με βάση τις απαντήσεις των μαθητών στα pre και post test, που παραθέσαμε παραπάνω, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι στα pre-test, οι μαθητές δε ήταν συγκεκριμένοι στις απαντήσεις τους, χρησιμοποιούσαν απλοϊκό λεξιλόγιο, χωρίς επιστημονικές έννοιες, ενώ ακόμα από τις αρχικές τους αναπαραστάσεις καταλαβαίνουμε ότι δεν έχουν ξεκάθαρη εικόνα για τα ουράνια σώματα που αποτελούν το ηλιακό μας σύστημα, τους πλανήτες του και τα χαρακτηριστικά τους. Επίσης βλέπουμε τις παρανοήσεις τους στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα και τις αρχές που διέπουν το μακρόκοσμο και πιο συγκεκριμένα την έννοια της βαρύτητας. Στα post test, οι μαθητές έχοντας οπτικοποιήσει τα φαινόμενα που μελετήθηκαν, έδιναν ξεκάθαρες και στοχευμένες απαντήσεις χωρίς αοριστίες και εξέφραζαν τις απόψεις τους χρησιμοποιώντας επιστημονικές έννοιες.

Σχετικά με τις απαντήσεις και τις υποθέσεις που διατύπωσαν οι μαθητές στα φύλλα εργασίας τους, στις επόμενες φάσεις της έρευνας, κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό προσομοιώσεων, βλέπουμε ότι η οπτικοποίηση των φαινομένων και των αρχών που διέπουν το ηλιακό σύστημα αποτέλεσε για αυτούς σημαντική ανατροφοδότηση και καθοριστικό παράγοντα αναδόμησης των αρχικών τους λανθασμένων αναπαραστάσεων. Αυτό παραδέχτηκαν άλλωστε και οι ίδιοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα, κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, στη φάση της αξιολόγησης του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

Όσον αφορά στο ψηφιακό παιχνίδι που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας, ο ψηφιακός μικρόκοσμος έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές να πειραματιστούν κάνοντας

δοκιμές και στη συνέχεια να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν μέσω των προσομοιώσεων του μακροκόσμου, ψάχνοντας πρακτικές και βιώσιμες λύσεις στο πρόβλημα της κατοικησιμότητας άλλων πλανητών, εμπλεκόμενοι με ένα αυθεντικό πρόβλημα, που θα μας απασχολήσει όλους μας λίαν συντόμως.

Τέλος, στη δραστηριότητα της κατασκευής και του προγραμματισμού της ρομποτικής τους διάταξης, οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά στην πιο σύγχρονη και καινοτόμο δραστηριότητα STEM, κατασκευάζοντας το δικό τους διαστημικό όχημα. Ιδιαίτερη σημασία στο σημείο αυτό έχει η προσπάθεια των μαθητών να μετατρέψουν τις γνώσεις που απέκτησαν κατά τη μελέτη του ηλιακού συστήματος σε κώδικα, μια δραστηριότητα αρκετά απαιτητική, καθώς οι μαθητές δεν είχαν ιδιαίτερες γνώσεις και εξοικείωση με τον προγραμματισμό. Μελέτησαν τις οδηγίες που τους δόθηκαν και τις βασικές εντολές τόσο για τον προγραμματισμό του κάθε αισθητήρα, όσο και για τον τρόπο σύνδεσής του στη ρομποτική διάταξη του Arduino Uno και στη συνέχεια έφτιαξαν το δικό τους κώδικα για το διαστημικό τους σκάφος, το οποίο στο τέλος της δραστηριότητας αυτής ήταν έτοιμο να ξεκινήσει το ταξίδι του στο ηλιακό μας σύστημα. Ωστόσο, πρέπει να τονίσουμε ότι δε συλλέχθηκαν δεδομένα από τη δραστηριότητα αυτή, καθώς χρησιμοποιήθηκε για να παρακινήσει τους μαθητές και να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον τους.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης καταδεικνύουν πως η αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων με το λογισμικό προσομοίωσης και την εκπαιδευτική ρομποτική συνέβαλε καθοριστικά στη βασική μας επιδίωξη, τη δημιουργία επιστημονικών νοημάτων γύρω από το ηλιακό μας σύστημα.

5. Περιορισμοί και περαιτέρω έρευνα

Στο σημείο αυτό, θεωρείται απαραίτητο να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη έρευνα χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, αρχικά γιατί το δείγμα των συμμετεχόντων ήταν αρκετά μικρό, μόλις 10 μαθητές, ο τρόπος διεξαγωγής της έρευνας, μισή εξ’ αποστάσεως και μισή δια ζώσης ήταν πρωτόγνωρος, αλλά και ο χρόνος διεξαγωγής της ήταν περιορισμένος, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών της πανδημίας του κορωνοϊού που κληθήκαμε να αντιμετωπίσουμε. Παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια της εξ’ αποστάσεως υλοποίησης των δραστηριοτήτων, κάποιοι μαθητές κουράζονταν με αποτέλεσμα να μην απαντούν σε όλες τις ερωτήσεις των φύλλων εργασίας και να μην αποδίδουν όπως αναμέναμε.

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρέασε σημαντικά την έρευνά μας ήταν η επιλογή της ρομποτικής διάταξης που δόθηκε στους μαθητές. Οι μαθητές έπρεπε να συνεργαστούν σε δυο ομάδες και να σχεδιάσουν, να οργανώσουν, να προγραμματίσουν και να υλοποιήσουν μια ρομποτική διάταξη για το υπό μελέτη θέμα, χρησιμοποιώντας το Arduino Uno, μια ιδιαίτερα απαιτητική ρομποτική διάταξη προγραμματιστικά. Διαλέξαμε το ρομποτάκι αυτό, καθώς έχει μικρό κόστος και ήταν εφικτό να το προμηθευτούμε και να το παρέχουμε στους μαθητές στα πλαίσια της έρευνας, μαζί με τους κατάλληλους αισθητήρες. Το γεγονός αυτό όμως, περιόρισε σημαντικά τις ελευθερίες και τις επιλογές των μαθητών. Δεν μπόρεσαν να προγραμματίσουν το διαστημικό τους όχημα να έχει κίνηση, ούτε καν μια ευθύγραμμη κίνηση, καθώς είναι πολύ δύσκολο προγραμματιστικά να δώσουμε κίνηση στο Arduino. Οπότε ή θα έπρεπε να αγοράσουμε ένα όχημα, έτοιμο και προγραμματισμένο, οπότε ανέβαινε πολύ το κόστος, ή θα έπρεπε να έχουμε στη διάθεσή μας τουλάχιστον ένα μήνα επιπλέον για την υλοποίηση της ρομποτικής μας κατασκευής. Θα μπορούσαμε να έχουμε επιλέξει να δώσουμε στους μαθητές κάποια άλλη ρομποτική διάταξη, όπως για παράδειγμα το Lego EV3 ή ένα Lego Spike, στα οποία είναι εύκολο να προγραμματιστεί η κίνηση και μάλιστα με μεγαλύτερη ακρίβεια, αλλά η ρομποτική αυτή διάταξη θα είχε πολύ μεγαλύτερο κόστος και ο κάθε αισθητήρας της είναι

είκοσι φορές πιο ακριβός από τους αντίστοιχους αισθητήρες του Arduino Uno. Επιπλέον, είναι μια ρομποτική διάταξη που δεν εμπλέκει ουσιαστικά τους μαθητές ούτε στο κομμάτι της συνδεσμολογίας, ούτε στον προγραμματισμό, οπότε θεωρήσαμε ότι δε θα είχε καμία πρόσθετη διδακτική αξία, σε αντίθεση με τη ρομποτική διάταξη του Arduino που έδωσε στους μαθητές τη δυνατότητα δημιουργικής υλοποίησης του δικού τους δομήματος, παρά τις επιμέρους δυσκολίες που αναφέρθηκαν.

Επιπλέον, αν δεν υπάρχει επαρκής χρόνος, θα μπορούσε η κατασκευή της ρομποτικής διάταξης να παραλειφθεί. Επισημαίνουμε ότι χρησιμοποιήθηκε η δραστηριότητα αυτή για να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους εμπλέξει ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και όχι για να συλλέξουμε δεδομένα για την έρευνά μας.

Όσον αφορά στην περαιτέρω έρευνα, υπάρχουν πολλές κατευθύνσεις που μπορεί να ακολουθήσει ένας ερευνητής. Η πρώτη είναι να χρησιμοποιήσει διαφορετικά λογισμικά προσομοίωσης του ηλιακού μας συστήματος σε διαφορετικά δείγματα συμμετεχόντων και να συγκρίνει την αποτελεσματικότητά τους, σχετικά με την οπτικοποίηση των φαινομένων του μακροκόσμου από τους μαθητές και την κατανόηση των αρχών που διέπουν το ηλιακό μας σύστημα. Θα μπορούσε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα χαρακτηριστικά του κάθε λογισμικού, στις δυνατότητες που προσφέρει και στο κατά πόσο είναι εύκολο στη χρήση για τους μαθητές και τους παρέχει ελευθερία κινήσεων. Ακόμα, αν υπήρχε περισσότερος διαθέσιμος χρόνος, θα μπορούσαν οι μαθητές να εμπλακούν ενεργά στο ψηφιακό παιχνίδι, αλλάζοντας τις παραμέτρους που μελετούσαμε ή ακόμα συμπληρώνοντας το επίπεδο των εξωπλανητών, των πλανητών εκτός του ηλιακού μας συστήματος για τους οποίους γίνεται όλο και πιο συχνά λόγος τον τελευταίο καιρό, αλλά ακόμα και να ασχοληθούν περισσότερο με τη ρομποτική τους διάταξη, καλιμπράροντας τον αισθητήρα χρωμάτων και για τους υπόλοιπους πλανήτες, ενώ τέλος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια άλλη ρομποτική διάταξη που να προσφέρει περισσότερες δυνατότητες προγραμματισμού της κίνησης στο διαστημικό όχημα.

6. Βιβλιογραφία

- Ackermann. (2012). Programming For The Natives: What is it? What's In It For The Kids? *Constructionism 2012, Theory, Practice and Impact* (σσ. 1-10). Athens: The Educational Technology Lab, Department of Pedagogy, Faculty of Philosophy, Pedagogy, Psychology, School of Philosophy, National & Kapodistrian University of Athens.
- Ackermann E, (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: what's the difference? In: *Constructivism: uses and perspectives in education*, Vol 1 and 2, Conference Proceedings, Geneva, Research Center in Education 85-94.
- Adler, M. & Flihan, S. (1997). *The Interdisciplinary Continuum*. Report Series 2, 36. New York: SANY.
- Akpan, J. P., & Andre, T., (1999). The effect of a prior dissection simulation on middle school students' dissection performance and understanding of the anatomy and morphology of the frog. *Journal of Science Education and Technology*, 8(2), 107-121.
- Alessi, M. S., & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for learning: methods and development*. Boston, MA: Pearson Education.
- Alimisis, D. and C. Kynigos, (2009). *Constructionism and Robotics in Education*, in *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, D. Alimisis, Editor. 2009, School of Pedagogical and Technological Education: Athens, Greece.
- Barrow L. H. (2006). A brief history of inquiry: From dewey to standards. *Journal of science teacher education.*, 17(3) , 265-278.
- Baxter J.H. (1989), «Children's understanding of familiar astronomical events», *International Journal of Science Education* 11, σ. 502–513.
- Chang, K. E., Chen, Y. L., Lin, H. Y., & Sung, Y. T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486–1498.
- Cohen, L. Manio, L & Morison K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Couper H. – Henbest N. (1994), *Ανακαλύπτω το σύμπαν*, Ερευνητές, Αθήνα.
- Chronis Kynigos, (2015). *Theory of Learning or Theory of Design?*, Springer International Publishing Switzerland
- Daskolia, M., Kynigos, C., (2012). *Tinkering Creatively with Sustainability*. In the *Proceedings of the Constructionism 2012: Theory, Practice and Impact Conference*, Athens, Greece, pp.194-203.
- De Jong, T. (2006). Computer simulations—technological advances in inquiry learning. *Science*, 312, 532–533.
- Driver R. κ.ά. (2000), *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών*. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών, Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Dornyei, Z. (2001). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge University Press.
- Freitas, de, S. (2007) *Learning in Immersive worlds*. A review of game-based learning. Retrieved September, 1, 2012 from http://www.iisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf
- Hämmäläinen, R. (2011). Using a game environment to foster collaborative learning: a design-based study, *Technology, Pedagogy and Education*, 20(1), 61-78.

- Hestenes, D. (1997). Modeling Methodology for physics teachers. In *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities. Proceedings International Conference on Undergraduate Physics Education*.
- Hoyles, C. (1993), Exploiting Logo like Learning Environments for Learning Mathematics, In *Proceedings of the 4th European Logo Conference*, 367 – 376.
- John Dewey, *Education and Experience*, 1938/1997. New York. Touchstone.
- Koh et.al, (2015). Design Thinking for Education, Conceptions and Applications in Teaching and Learning, Joyce Hwee Ling Koh, Ching Sing Chai, Benjamin Wong, Huang-Yao Hong
- Makri K., Daskolia M. & Kynigos C. (2015) Authors’ response: Seeking “power” in powerful ideas, systems thinking and affective aspects of learning. *Constructivist Foundations* 10(3): 401–404.
- Kynigos, C. (2004). Black and white box approach to user empowerment with component computing, *Interactive Learning Environments*, 12(1-2), 27–71.
- Kynigos, C. (2007a). Half-Baked logo microworlds as boundary objects in integrated design. *Informatics in Education*, 2007, 6(2), 1–24.
- Kynigos, C. & Yiannoutsou, N. (2018). CHILDREN CHALLENGING THE DESIGN OF HALF BAKED GAMES: EXPRESSING VALUES THROUGH THE PROCESS OF GAME MODDING. *International Journal of child computer interaction*, volume 17, September 2018, 16-27
- Louca, T. L., & Zacharia, C. Z. (2009). The use of computer-based programming environments as computer modeling tools in early science education: The cases of textual and graphical program languages. *International Journal of Science Education*, 30(3), 1–37.
- Mäeots, M., & Pedaste, M. (2014). The role of general inquiry knowledge in enhancing students’ transformative inquiry processes in a web-based learning environment. *Journal of Baltic Science Education*, 13, 19-31.
- Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Thomson Course Technology.
- Morin, E.-Wilson, (1990). *Η πρόσκληση της πολυπλοκότητας*, Αθήνα, Γ.Γ, Νέας Γενιάς.
- Papaevripidou, M. N., (2012). Teachers as learners and curriculum designers in the context of modeling-centered scientific inquiry.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Papert, S. (1991). Situating Constructivism, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1 – 11.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 1-4.
- Prince, M.J. & Felder, R.M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, Vol. 95, No. 2, pp. 123-138.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., & ... Tsourlidaki, E. (2015). Review: Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Raptis, A. & Rapti, A. (2002). *Learning and teaching in the information age : A holistic approach*, Athens.

- Resnick, M., Berg, R., and Eisenberg, M. (2000). Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation. *Journal of the Learning Sciences*, vol. 9, no. 1, pp. 7-30.
- Resnick, M. (2002). Rethinking Learning in the Digital Age. In G. Kirkman (Ed.), *The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World* (pp. 32-37). Oxford: Oxford University Press.
- Resnick, M. & Ocko, S. (1991), *Lego/Logo Learning Through and About Design*, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 141 – 150.
- Resnick, M. (1991), *Xylophones, Hamsters, and Fireworks: The Role of Diversity in Constructionist Activities*, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 151 – 158.
- Resnick, M. (1993), *Behavior Construction Kits*, *Communications of the ACM*, 36(7), 64 – 71.
- Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996), *Programmable Bricks: Toys to Think With*. *IBM Systems Journal*, 35(3 – 4), 443 – 452.
- Resnick, M. & Silverman, B. (2005), *Some reflections on designing construction kits for kids*, In *Proceeding of the 2005 conference on Interaction design and children*, Boulder, Colorado, 117 – 122.
- Robson, C. (2007). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου*. Αθήνα : Gutenberg
- Rusk, Z. N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008), *New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation*, *Journal of Science Education Technology*, 17, 59 – 69.
- Rutten N, van Joolingen WR, van der Veen JT (2011) The learning effects of computer simulations in science education. *Comput Educ* 58(1):136–153.
- Sawyer, R. K. (2006) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Smyrniou, Z. & Evripidou, R. (2012). *Learning to Learn Science Together with the Metafora tools*. In Roser Pintó, Víctor López, Cristina Simarro, *Proceedings of 10th International Conference on Computer Based Learning in Science in Science (CBLIS), Learning science in the society of computers, 26th to 29th June 2012, Barcelona, Catalonia/Spain*, pp. 132-139
- Smyrniou Z. & Dimitracopoulou A., (2007). *Inquiry learning using a technology-based learning environment*. In (Ed) C. Constantinou & Z. Zacharia, *Computer Based Learning in Sciences, Proceedings of 8th International Conference on Computer Based Learning (CBLIS), 31 June-6 July, Heraklion, Crete*, pp. 90-100.
- Smyrniou, Z., Moustaki, F., & Kynigos, C. (2016). *Inquiry and Meaning Generation in Science While Learning to Learn Together: How Can Digital Media Provide Support?.* In *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 109-123). Springer International Publishing
- Smyrniou, Z., Moustaki, F., Kynigos, C. (2012). *Students' constructionist game modelling activities as part of inquiry learning processes*. *Electronic Journal of e-Learning. Special issue on Games-Based Learning - ECGBL Conference*.
- Terzidou, Th., & Tsiatsos, Th. (2014). *The Impact of Pedagogical Agents in 3D Collaborative Serious Games*. 5th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON2014), Istanbul, Turkey, 3-5 April 2014.
- Tim Brown, (2008). *Design Thinking*, Harvard business review, June 2008
- Trundle, K. C. & Bell, R. L. (2010). *The use of a computer simulation to promote conceptual change: a quasi-experimental study*. *Computers & Education*, 54, 4, 1078–1088.

- Turbak, F. & Berg, R. (2002), Robotic Design Studio: Exploring the big ideas of engineering, Liberal Arts Environment, Journal of Science Education and Technology, 11(3), 237 – 253.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. Int. J. Sci. Educ. 20: 1213–1230.
- Yin, R. K. (1984). Case Study Research: Design and Methods. Beverly Hills: Sage Publications.
- Zacharia, Z. (2006). ‘Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-based Experiments in Physics. Journal of Research in Science Teaching, Volume 40, 792-823.
- Δανέζης Μ., Θεοδοσίου Σ., Το Σύμπαν που Αγάπησα, Εισαγωγή στην Αστροφυσική, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 1999
- Δημητρίου, Α. & Χατζηκρανιώτη, Ε. (2003), Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων, Στα Πρακτικά του 2ου Συνεδρίου Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, Σύρος, 146 – 157.
- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ. & Ευαγγελίδης, Γ. (2005), Μία Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, Στα Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Η Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος, 212 – 220.
- Κόκκοτας Π. (2003), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών - Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα
- Κόμης, Β. (2004), Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ, Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κυνηγός, Χ., Η ευκαιρία που δεν πρέπει να χαθεί. Η υπολογιστική Τεχνολογία ως Εργαλεία Έκφρασης και Διερεύνησης στη Γενική Παιδεία. Επιμέλεια: Καζαμίας, Α., Κασσωτάκης, Μ.
- Κυνηγός, Χ., ΨΗΜΕΠ. (2020). Αθήνα
- Κυνηγός, Χ. & Φράγκου, Σ. (2000), Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη, Στο Κόμης, Β. (επιμ.): Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή “Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση”, Πάτρα, 265 – 274.
- Λεωνίδου, Χρ. (2006), Η καθιέρωση της δημιουργικής και κριτικής σκέψης στο σύγχρονο σχολείο. Παιδαγωγικό τμήμα, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Ματσαγγούρας Η., (2006). Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση – Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας, Αθήνα, Γρηγόρης.
- Ματσαγγούρας, Η. (2002): «Διεπιστημονικότητα, διαθεματικότητα και ενιαιοποίηση στα νέα Προγράμματα Σπουδών: Τρόποι οργάνωσης της σχολικής γνώσης», στο Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων, τχ.7, σσ. 19 – 36.
- Ματσαγγούρας, Η., (2003). Η Διαθεματικότητα στη σχολική γνώση, Αθήνα, Γρηγόρης.

- Μπίκος, Κ.,(2014), «Η διεπιστημονικότητα στην εκπαιδευτική πράξη», συνέδριο Διεπιστημονικές, Προσεγγίσεις της Διεπιστημονικότητας, ΑΠΘ, 31 Οκτωβρίου-1 Νοεμβρίου 2014, Θεσσαλονίκη.
- Μπουρδή, Μ., (2006). «Η προοπτική της διεπιστημονικότητας στην επαγγελματική εκπαίδευση», 1Ο Εκπαιδευτικό συνέδριο, Το Ελληνικό Σχολείο και οι προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας, Ιωάννινα, 12 –14 Μαΐου.
- Ολυμπίου, Γ & Ζαχαρίας, Ζ (2012). Η χρήση προσομοιώσεων στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Θεωρητικές και Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Εκδόσεις Διάδραση: Αθήνα.
- Παπαγούνος, Γ., (2000). Φιλοσοφικές Αναλύσεις. Αθήνα, Παπαζήσης. ΥΠΕΠΘ, (2002). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών, Αθήνα. ΦΕΚ 1373, τ. Β´18-10-2001. «Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών».
- Ράπτης., Ρ. & Κομής., Β. (2002). Η υπολογιστική μοντελοποίηση στη διδασκαλία και τη μάθηση
- Σμυρναίου Ζ. (2010). Εισαγωγή στην διδακτική των θετικών επιστημών. Αθήνα : Ηρόδοτος.
- Σμυρναίου, Ζ., Πετροπούλου, Ε., Κωστίκας, Ι.(2014). Η διδασκαλία του κεκλιμένου επιπέδου: σενάριο εφαρμογής της ανακαλυπτικής μάθησης με την αξιοποίηση ενός μικρόκοσμου, “ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ”. Στο πλαίσιο των ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών SCIENTIX: Η ευρωπαϊκή πύλη για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και INSPIRING SCIENCE: Καινοτόμα Εκπαιδευτικά Σενάρια για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα.
- Σμυρναίου, Ζ. (2010). Εισαγωγή στη Διδακτική Θετικών Επιστημών. Εκδόσεις Ηρόδοτος: Αθήνα.
- Σμυρναίου, Ζ. ΨΗΜΕΠ (2020), e-class
- Χαλκιά, Κ. (2006), Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο
- <http://etl.ppp.uoa.gr/choico/>

7. Παράρτημα

Pre - Test

- 1) Τί γνωρίζετε για το ηλιακό μας σύστημα; Είχε πάντα την δομή που παρουσιάζει τώρα;
.....
.....
- 2) Από πόσους πλανήτες αποτελείται το ηλιακό μας σύστημα;
.....
.....
- 3) Ποιος είναι ο μεγαλύτερος και ποιος ο μικρότερος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος;
.....
.....
- 4) Ποιος πλανήτης έχει την μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο και ποιος είναι ο πιο απομακρυσμένος πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος;
.....
.....
- 5) Πως σχηματίστηκε ο Ήλιος και γιατί λάμπει;
.....
.....
- 6) Από τι αποτελείται ο Ήλιος και ποια η θέση του στο ηλιακό σύστημα;
.....
.....
- 7) Πως ήταν αρχικά η Γη και πως σχηματίστηκε η Σελήνη;
.....
.....
- 8) Πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο και πόσο μια πλήρης περιστροφή γύρω από τον άξονά της;
.....
.....
- 9) Ποιοι είναι οι βραχώδεις (γήινοι) πλανήτες και πως δημιουργήθηκαν;
.....
.....
- 10) Ποιοι είναι οι αέριοι πλανήτες και πως δημιουργήθηκαν;
.....
.....
- 11) Οι πλανήτες είχαν εξ' αρχής τη μορφή που έχουν τώρα;
.....
.....

12) Ποιος πιστεύετε ότι είναι ο πιο ζεστός πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος και που πιστεύεται ότι οφείλονται οι τόσο υψηλές θερμοκρασίες του;

.....
.....

13) Τι εννοούμε όταν λέμε ότι το πλανητικό σύστημα του Δία μοιάζει με “μικρό ηλιακό σύστημα”;

.....
.....

14) Πιστεύετε ότι το ηλιακό μας σύστημα θα είχε την μορφή που έχει τώρα αν δεν υπήρχε η δύναμη της βαρύτητας; Πως φαντάζεστε ότι θα ήταν και σε τι θα διέφερε;

.....
.....

1^ο Φύλλο Εργασίας

A) Γνωριμία με το λογισμικό

Εξερευνήστε το Universe Sandbox², μπορείτε να περιηγηθείτε στα tutorials, να δείτε την καρτέλα “Science” αλλά και τις έτοιμες προσομοιώσεις. Επεξεργαστείτε το λογισμικό με όποιο τρόπο θέλετε είτε μελετώντας κάτι από το παραπάνω είτε κάνοντας μόνοι πειραματισμούς.

1. Τί σας έκανε εντύπωση κατά την πρώτη σας περιήγηση στο λογισμικό;

.....
.....

2. Με ποιο θέμα ασχοληθήκατε και γιατί;

.....
.....

B) Σχηματισμός του ηλιακού συστήματος

Σε αυτό το κομμάτι της ερευνητικής διαδικασίας, θα μελετήσουμε το σχηματισμό του ηλιακού συστήματος, βασιζόμενοι στην υπάρχουσα θεωρία για το σχηματισμό του, όπως αναφέρθηκε στο βίντεο που παρακολουθήσαμε.

1. Επιλέξτε από το μενού που εμφανίζεται στα αριστερά στην οθόνη σας την επιλογή “New Empty Simulation” για να ξεκινήσετε να φτιάχνετε την δική σας προσομοίωση. Κάντε κλικ στο “Add”, που βρίσκεται στη γραμμή επιλογών στο κάτω μέρος της οθόνης σας και προσθέστε ένα άστο, πλανήτες και αστεροειδείς. Μπορείτε να διαλέξετε ένα οποιοδήποτε αστέρι και όχι υποχρεωτικά τον Ήλιο, που είναι το αστέρι του ηλιακού μας συστήματος. Εκτελέστε την προσομοίωση και δώστε το στιγμιότυπο της οθόνης σας. Καταγράψτε ποιο αστέρι επιλέξατε.

Στη συνέχεια της φάσης αυτής, θα παρατηρήσουμε την προσφορά και τη σημασία του Ήλιου για την ύπαρξη και τη διατήρηση του ηλιακού μας συστήματος. Γνωρίζουμε ότι ο Ήλιος είναι ο μοναδικός αστέρας του ηλιακού μας συστήματος και απέχει από τη Γη 149,60 χιλιάδες χιλιόμετρα. Η απόσταση αυτή είναι γνωστή «μια αστρονομική μονάδα, 1 AU» και μέσω αυτής εκφράζουμε όλες τις αποστάσεις στο ηλιακό μας σύστημα. Η απόσταση αυτή είναι γνωστή ως 1 “αστρονομική μονάδα, 1 AU” και με τη βοήθειά της εκφράζουμε όλες τις αποστάσεις στο ηλιακό σύστημα. Η ηλικία του Ήλιου, όπως είδαμε και προηγουμένως στο βίντεο, είναι περίπου 4,6 δισεκατομμύρια έτη και με βάση την αστρική εξέλιξη μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ο Ήλιος μας βρίσκεται στο μέσον της ζωής του. Πάμε τώρα να ανακαλύψουμε και μόνοι μας την σημασία του στην ύπαρξη και τη διατήρηση του ηλιακού μας συστήματος.

1. Επιλέξτε από το μενού στα αριστερά της οθόνης την προσομοίωση “Solar System” και επιλέξτε τον Ήλιο κάνοντας αριστερό κλικ. Πατήστε “Pause”, ώστε να σταματήσετε την προσομοίωση και κάνοντας διξί κλικ στην καρτέλα που εμφανίζεται η επιλογή “Actions” επιλέξτε “Delete this object”. Τι περιμένετε να συμβεί στο ηλιακό σύστημα; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.
.....
.....
2. Πατήστε “Play” και συνεχίστε την προσομοίωση καταγράφοντας τις παρατηρήσεις σας σχετικά με τις κινήσεις των πλανητών. Επιβεβαιώθηκε η υπόθεσή σας;
.....
.....
3. Τί παρατηρείτε στις κινήσεις των πλανητών αν τοποθετήσετε στη θέση του ήλιου ένα άστρο με μικρότερη από αυτή του ήλιου; Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
.....
.....
4. Τί παρατηρείτε στις κινήσεις των πλανητών αν στη θέση του ήλιου τοποθετήσετε ένα άστρο με μεγαλύτερη μάζα; Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;
.....
.....

2^ο Φύλλο Εργασίας

Εσωτερικοί πλανήτες του ηλιακού συστήματος

Επιπλέον, θα γνωρίσουμε τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, χωρίζοντάς τους σε δυο κατηγορίες, όπως είδαμε στο βίντεο που προηγήθηκε, σε εσωτερικούς πλανήτες, που βρίσκονται πιο κοντά στον Ήλιο και σε εξωτερικούς, που είναι οι πιο απομακρυσμένοι από τον Ήλιο πλανήτες. Πάμε λοιπόν να εξερευνήσουμε έναν έναν τους πλανήτες και να συγκρίνουμε τα χαρακτηριστικά τους.

1^{ος} πλανήτης: Ερμής (Mercury)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “Open” και την κατηγορία “Planets”, από όπου διαλέξετε την έτοιμη προσομοίωση “Mercury”, η οποία αποτελεί μια προσομοίωση αποκλειστικά για τον πλανήτη Ερμή. Εστιάστε στον πλανήτη αυτό και παρατηρήστε τον από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

1. Εξερευνήστε με το ποντίκι σας τον πλανήτη Ερμή, τί παρατηρείτε;
.....
.....
2. Ο Ερμής είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;
.....
.....
3. Έχει ατμόσφαιρα;
.....
.....
4. Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους;
.....
.....
5. Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι κρατήρες στην επιφάνεια του Ερμή; Συμβαίνει το ίδιο στην επιφάνεια της Γης;
.....
.....

Στη συνέχεια, κάντε δεξί κλικ πάνω στον πλανήτη και δείτε την καρτέλα με τις βασικές πληροφορίες και τις ιδιότητές του που εμφανίζεται στα δεξιά της οθόνης σας. Παρατηρήστε με προσοχή τις επιμέρους καρτέλες “Overview (επισκόπηση), Motion (κίνηση), Composition (σύνθεση), Temperature (θερμοκρασία), Actions (ενέργειες)”, στις οποίες υπάρχουν τα βασικά χαρακτηριστικά του πλανήτη. Περιηγηθείτε στις καρτέλες αυτές και μελετήστε τις πληροφορίες που σας δίνονται. Ωστόσο στην προσομοίωση αυτή τη στιγμή δεν μπορούμε να βρούμε αρκετές πληροφορίες για την κίνηση του Ερμή γιατί τον μελετάμε χωρίς να τον έχουμε θέσει σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο, οπότε δεν έχουμε τα τροχιακά χαρακτηριστικά του.

Επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Ερμή σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη Ερμή και στην οθόνη σας παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του πλανήτη. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)

2^{ος} πλανήτης: Αφροδίτη (Venus)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², επιλέξτε “Open” (άνοιγμα) και από εκεί από την κατηγορία “Planets” (πλανήτες) επιλέξτε την έτοιμη προσομοίωση “Venus”. Είναι μια προσομοίωση μέσω της οποίας θα μπορέσουμε να μελετήσουμε τα βασικότερα χαρακτηριστικά της Αφροδίτης (Venus).

1. Εξερευνήστε με το ποντίκι σας την Αφροδίτη, τί παρατηρείτε;

.....
.....

2. Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....
.....

3. Από τι αποτελείται κυρίως η ατμόσφαιρά της; Είναι πυκνή ή αραιή;

.....
.....

4. Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους?

.....
.....

5. Υπάρχουν κρατήρες στην επιφάνεια της Αφροδίτης όπως στον Ερμή;

.....
.....

Στη συνέχεια, επιλέξτε την Αφροδίτη κάνοντας δεξί κλικ πάνω της και στα δεξιά της οθόνης σας εμφανίζεται η καρτέλα με τις βασικές πληροφορίες και ιδιότητες για τον πλανήτη αυτόν. Παρατηρήστε τις πληροφορίες που σας δίνονται στις επιμέρους καρτέλες και μελετήστε τα φυσικά χαρακτηριστικά του πλανήτη. Επιστρέψτε στην προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε την Αφροδίτη σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη και μελετήστε τα βασικά χαρακτηριστικά του πλανήτη, φυσικά και τροχιακά. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)

3^{ος} πλανήτης: Γη (Earth)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², επιλέξτε “Open” (άνοιγμα) και από εκεί από την κατηγορία “Planets” (πλανήτες) επιλέξτε την έτοιμη προσομοίωση “ Earth and Moon”. Είναι μια προσομοίωση μέσω της οποίας θα μπορέσουμε να μελετήσουμε τα βασικότερα χαρακτηριστικά του πλανήτη μας.

1. Εξερευνήστε με το ποντίκι σας την Γη, τί παρατηρείτε;

.....
.....

2. Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....

3. Η ατμόσφαιρά της είναι πυκνή ή αραιή;

.....

4. Έχει φυσικούς δορυφόρους; αν ναι, πόσους και ποιους?

.....

Επιλέξτε την Γη κάνοντας δεξί κλικ πάνω της και μελετήστε τις καρτέλες με τις βασικές πληροφορίες που εμφανίζονται στην οθόνη σας, που αφορούν στα φυσικά χαρακτηριστικά της.

Στη συνέχεια, κάντε δεξί κλικ στη Σελήνη (“Moon”), παρατηρήστε τα χαρακτηριστικά της που περιγράφονται στις επιμέρους καρτέλες, καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

Μάζα Σελήνης	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)	Περίοδος περιφοράς της γύρω από τη Γη

Επιστρέψτε στην προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε την Γη σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη μας, μελετήστε τα βασικά χαρακτηριστικά του που εμφανίζονται στην οθόνη σας, καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)

4^{ος} πλανήτης: Άρης (Mars)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², επιλέξτε “Open” (άνοιγμα) και από εκεί από την κατηγορία “Planets” (πλανήτες) επιλέξτε την έτοιμη προσομοίωση “Mars and Moons”. Είναι μια προσομοίωση, μέσω της οποίας θα μπορέσουμε να μελετήσουμε τα βασικότερα χαρακτηριστικά του πλανήτη Άρη.

1. Εξερευνήστε με το ποντίκι σας τον Άρη, τί παρατηρείτε;

.....

2. Είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....

3. Η ατμόσφαιρά του είναι πυκνή ή αραιή;

.....

4. Έχει φυσικούς δορυφόρους; Αν ναι, πόσους και ποιους;

.....

Εκτελέστε την προσομοίωση “Mars and Moons”.

5. Συγκρίνετε την ταχύτητα και τη περίοδο περιφοράς των δύο δορυφόρων, τι παρατηρείτε;

.....

6. Επιλέξτε τον Φόβο με αριστερό κλικ, στη συνέχεια επιλέγοντας “Edit” και μετά “Move” μετακινήστε τον λίγο πιο κοντά στον Άρη. Προσοχή η μετακίνηση να γίνει σιγά σιγά και σε διαφορετικά βήματα. Τι παρατηρείτε;

.....

Επιστρέψτε στην προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Άρη σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Κάντε δεξί κλικ, μελετήστε τα βασικά χαρακτηριστικά του που εμφανίζονται στην οθόνη σας, καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο (AU)	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s ²)

3^ο Φύλλο Εργασίας

Εξωτερικοί πλανήτες του ηλιακού συστήματος

1^{ος} πλανήτης: Δίας (Jupiter)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “Open” και την κατηγορία “Planets”, από όπου διαλέξετε την έτοιμη προσομοίωση “Jupiter and Moons”, με την οποία θα μελετήσουμε σε βάθος το σύστημα του Δία με τους 79 δορυφόρους του. Με τη βοήθεια αυτής της προσομοίωσης θα μπορέσουμε να κατανοήσουμε την έκφραση “το πλανητικό σύστημα του Δία μοιάζει με μικρό ηλιακό σύστημα”.

1. Ο Δίας είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....

2. Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τί αποτελείται η ατμόσφαιρά του;

.....
.....

3. Συγκρίνετε τους κανονικούς και τους ακανόνιστους δορυφόρους του Δία, τί παρατηρείτε; Ποιες οι βασικές τους διαφορές;

.....
.....

Κάντε δεξί κλικ πάνω στον πλανήτη και μελετήστε τις επιμέρους καρτέλες με τα βασικά χαρακτηριστικά του, που εμφανίζονται στην οθόνη σας. Κάντε zoom out στην προσομοίωση και στο κάτω μέρος της οθόνης σας επιλέξτε το “View” και στη συνέχεια “Trails” ή “Orbits” και παρατηρήστε το μοναδικό θέαμα του Δία με τους 79 δορυφόρους του. Δώστε το στιγμιότυπο της οθόνης σας.

Επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Δία σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη Δία και στην οθόνη σας παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του πλανήτη. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας

Από το μενού στα αριστερά της οθόνης επιλέξτε “Open” και από εκεί κάντε κλικ στο “Historical” και την έτοιμη προσομοίωση “Juno in orbit of Jupiter”. Στη προσομοίωση αυτή θα παρακολουθήσουμε τη διαδικασία κατά την οποία το διαστημικό σκάφος Juno μπήκε σε τροχιά γύρω από το Δία, το 2016, για να κάνει μετρήσεις για την ατμόσφαιρα, το μαγνητικό πεδίο του Δία και τη βαρύτητα του. Επιπλέον, στην προσομοίωση εκτός του Δία και του διαστημικού σκάφους, υπάρχουν και οι τέσσερις πιο σημαντικοί δορυφόροι του, που μας δίνουν τη δυνατότητα να μελετήσουμε το σύστημα του Δία σε βάθος.

4. Τί πιστεύετε ότι θα συμβεί αν από την προσομοίωση αφαιρέσουμε το Δία; Πώς θα κινηθεί το διαστημικό σκάφος;

.....
.....

5. Δοκιμάστε το, εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας;

.....
.....

6. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν αλλάξουμε τη μάζα του Δία, αν η μάζα του μειωθεί ή αυξηθεί;

.....
.....

7. Αφαιρέστε το Δία από τη προσομοίωση και βάλτε στη θέση του τη Γη. Εκτελέστε την προσομοίωση. Τι παρατηρείτε;

.....
.....

8. Αφαιρέστε το Δία από την προσομοίωση και βάλτε στη θέση του τον Ερμή. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....
.....

2^{ος} πλανήτης: Κρόνος (Saturn)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “Open” και την κατηγορία “Planets”, από όπου διαλέξετε την έτοιμη προσομοίωση “Saturn and Moons”, με την οποία θα μελετήσουμε σε βάθος το σύστημα του Κρόνου με τους δακτυλίους του και τους 62 δορυφόρους του.

1. Ο Κρόνος είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....
.....

2. Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται;

.....
.....

3. Αφαιρέστε τον Κρόνο και βάλτε στη θέση του ένα πλανήτη με πολύ μικρότερη μάζα, όπως για παράδειγμα τη Γη ή τον Άρη. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....
.....

4. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και βάλτε στη θέση του Κρόνου ένα ουράνιο σώμα με πολύ μεγαλύτερη μάζα από αυτή του Κρόνου, όπως για παράδειγμα τον Ήλιο. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....
.....

5. Που πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορές που παρατηρήσατε στις δυο προηγούμενες προσομοιώσεις;

.....
.....

Επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Κρόνο σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη και στην οθόνη σας

παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας

Στη συνέχεια, από το μενού στα αριστερά της οθόνης, επιλέξτε “Open” και από εκεί κάντε κλικ στο “Historical” και την έτοιμη προσομοίωση “Cassini collision with Saturn on September 15, 2017”. Στη προσομοίωση αυτή θα παρακολουθήσουμε τη διαδικασία κατά την οποία το διαστημικό σκάφος Cassini έπεσε στην ατμόσφαιρα του Κρόνου, καθώς ξέμεινε από καύσιμα, κατά την πραγματοποίηση της διαστημικής του αποστολής για τη μελέτη του Κρόνου. Παρατηρήστε την πτώση του διαστημικού σκάφους και δώστε το στιγμιότυπο της οθόνης σας.

3^{ος} πλανήτης: Ουρανός (Uranus)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “Open” και την κατηγορία “Planets”, από όπου διαλέξετε την έτοιμη προσομοίωση “Uranus and Moons”, με την οποία θα μελετήσουμε σε βάθος το σύστημα του Ουρανού με τους δακτυλίους του και τους 27 δορυφόρους του. Εκτελέστε την προσομοίωση και μελετήστε τα χαρακτηριστικά του.

1. Ο Ουρανός είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;
.....
.....
2. Έχει ατμόσφαιρα; Αν ναι, από τι αποτελείται η ατμόσφαιρά του;
.....
.....
3. Τι παρατηρείτε σχετικά με τον άξονα περιστροφής του σε σχέση με τους άλλους πλανήτες που μελετήσατε;
.....
.....
4. Πόσους δορυφόρους έχει;
.....
.....
5. Αφαιρέστε τον Ουρανό και βάλτε στη θέση του τον πλανήτη Άρη. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.
.....
.....

6. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και βάλτε στη θέση του Ουρανού τον πλανήτη Δία. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....

Επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Ουρανό σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη και στην οθόνη σας παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας

4^{ος} πλανήτης: Ποσειδώνας (Neptune)

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “Open” και την κατηγορία “Planets”, από όπου διαλέξετε την έτοιμη προσομοίωση “Neptune and Moons”, με την οποία θα μελετήσουμε σε βάθος το σύστημα του Ποσειδώνα με τους δακτυλίους του και τους 14 δορυφόρους του. Εκτελέστε την προσομοίωση και μελετήστε τα χαρακτηριστικά του. Ο Ποσειδώνας ήταν ο πρώτος πλανήτης που η ύπαρξή του είχε προβλεφθεί πρώτα θεωρητικά και στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε μέσα από την παρατήρηση. Είχε παρατηρηθεί από τον Γαλιλαίο με τηλεσκόπιο, ο οποίος θεώρησε πως ήταν αστέρας, λόγω της πάρα πολύ αργής του κίνησης.

1. Ο Ποσειδώνας είναι βραχώδης ή αέριος πλανήτης;

.....

2. Από τί αποτελείται η ατμόσφαιρά του;

.....

3. Πόσους δορυφόρους έχει;

.....

Επιστρέψτε στη προσομοίωση “Solar System” για να μελετήσετε τον Ποσειδώνα σε τροχιά γύρω από τον ήλιο. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη και στην οθόνη σας παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα πλανήτη	Μάζα πλανήτη	Απόσταση από τον ήλιο	Θερμοκρασία (σε βαθμούς kelvin)	Περίοδος περιστροφής	Επιτάχυνση της βαρύτητας

4^ο Φύλλο Εργασίας

Βαρύτητα και τροχιές

Ανοίξτε το Universe Sandbox², από το μενού αριστερά στην οθόνη σας επιλέξτε “New Empty Simulation” για να ξεκινήσετε να φτιάχνετε την δική σας προσομοίωση. Κάντε κλικ στο “Add”, που βρίσκεται στη γραμμή επιλογών στο κάτω μέρος της οθόνης σας και προσθέστε ένα άστο και τους εσωτερικούς και εξωτερικούς πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Διαλέξτε ένα άστρο που να έχει μεγαλύτερη μάζα από τον Ήλιο, που είναι το αστέρι του ηλιακού μας συστήματος.

1. Καταγράψτε το άστρο που επιλέξατε για την προσομοίωσή σας. Τί περιμένετε να συμβεί; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

.....
.....

2. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεση που διατυπώσατε παραπάνω;

.....
.....

3. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη μας, τη Γη και παρατηρήστε πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της γύρω από το αστέρι που επιλέξατε. Καταγράψτε τη μέτρησή σας

.....
.....

Διαγράψτε το αστέρι που επιλέξατε για την προσομοίωσή σας και προσθέστε στη θέση του ένα νέο αστέρι με μικρότερη μάζα από αυτή του Ήλιου.

4. Καταγράψτε το άστρο που επιλέξατε για την προσομοίωσή σας. Τι περιμένετε να συμβεί; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας και εκτελέστε την προσομοίωση.

.....
.....

5. Κάντε δεξί κλικ στον πλανήτη μας, τη Γη και παρατηρήστε πόσο διαρκεί στην περίπτωση αυτή μια πλήρης περιφορά της γύρω από το αστέρι που επιλέξατε. Καταγράψτε τη μέτρησή σας

.....
.....

6. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν διατηρήσουμε τη μάζα του Ήλιου σταθερή και μεταβάλλουμε τη μάζα της Γης;

.....
.....

7. Τι θα συμβεί αν μειώσουμε τη μάζα της Γης στο μισό; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

.....
.....

8. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας; Πόσο διαρκεί μια πλήρης περιφορά της γύρω από τον Ήλιο;

.....
.....

9. Τι πιστεύετε ότι θα συνέβαινε αν η μάζα της Γης ήταν όση η μάζα του Δία ή του Ήλιου; Διατυπώστε τις υποθέσεις σας.

.....
.....

10. Εκτελέστε τις προσομοιώσεις και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Επαληθεύτηκε η υπόθεσή σας;

.....
.....

Επιλέξτε την προσομοίωση “Solar System” και από τη γραμμή επιλογών που βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης σας κάντε κλικ στην επιλογή “Simulation settings” και στη συνέχεια “Gravity” και μηδενίστε τη βαρύτητα.

11. Τι περιμένετε να συμβεί στο ηλιακό μας σύστημα απουσία βαρύτητας;

.....
.....

12. Εκτελέστε την προσομοίωση και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

.....
.....

13. Περιγράψτε τις τροχιές των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος απουσία βαρύτητας.

.....
.....

5^ο Φύλλο Εργασίας

Ρομποτική διάταξη με Arduino Uno

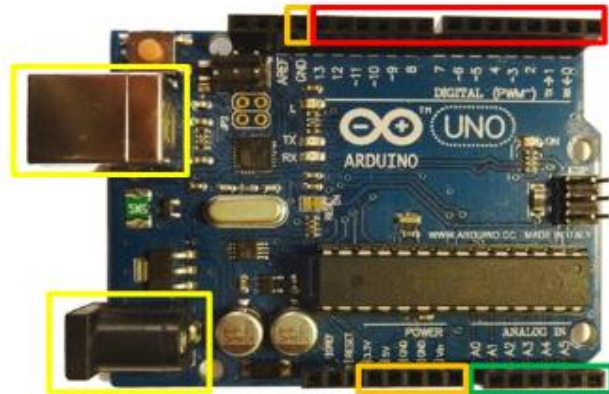
Το Arduino Uno αποτελεί τη βασική έκδοση της πλατφόρμας του Arduino, πλατφόρμα ανάπτυξης δραστηριοτήτων πληροφορικής, αυτοματισμού και ρομποτικής. Το λογισμικό της πλατφόρμας είναι το Arduino IDE (Intergrated Development Environment) και πρόκειται πρακτικά για το περιβάλλον όπου γίνεται η συγγραφή προγραμμάτων, η μεταγλώττισή τους και το ανέβασμά τους στην πλακέτα του Arduino.

Το Arduino μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού μπορείτε να συνδέσετε επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσετε τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου. Μπορεί να

«δαισθάνεται» το περιβάλλον με τη λήψη δεδομένων από ποικίλους αισθητήρες και μπορεί να αλληλεπιδρά με τον περίγυρό του με μετρήσεις φωτός και χρήση κινητήρων.

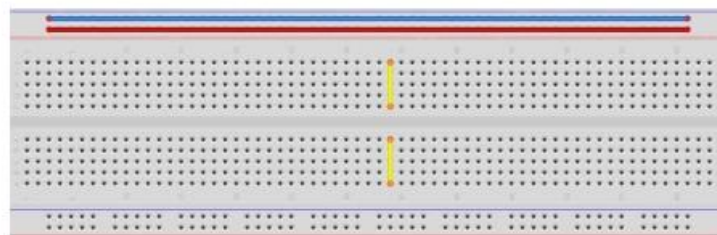
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Μικροελεγκτής	ATmega328P
Τάση λειτουργίας	5V
Τάση εξωτερικής τροφοδοσίας	7-12V
Ψηφιακά pin I/O	14 (0-13)
PWM pin	6 (3, 5, 6, 9, 10, 11)
Pin αναλογικής εισόδου	6 (A0-A5)
Ρεύμα ανά I/O pin	20 mA
Μνήμη Flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Συχνότητα ρολογιού	16 MHz



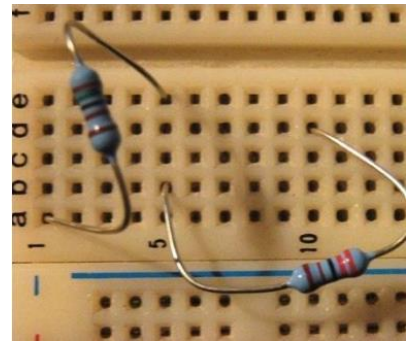
Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στη δεξιά εικόνα, στην πλακέτα του Arduino διακρίνουμε τους ψηφιακούς ακροδέκτες εισόδου/εξόδου μέσα στο κόκκινο πλαίσιο, τους ακροδέκτες αναλογικής εισόδου μέσα στο πράσινο πλαίσιο και τους ακροδέκτες τροφοδοσίας στο πορτοκαλί πλαίσιο. Ακόμα, στα αριστερά της εικόνας αυτής, διακρίνουμε στο πάνω μέρος του, την υποδοχή USB που χρησιμοποιείται για να φορτώσει το πρόγραμμα από το περιβάλλον του Arduino IDE, για τη σειριακή επικοινωνία με τον υπολογιστή, ώστε στο περιβάλλον του Arduino IDE να εμφανίζονται οι μετρήσεις που θα πάρετε από τους διάφορους αισθητήρες που έχετε συνδέσει κατάλληλα στην πλακέτα του Arduino και για την τροφοδοσία του. Στο κάτω μέρος του υπάρχει υποδοχή για την εξωτερική τροφοδοσία 7 – 14 Volt.

Στην περίπτωση που θέλουμε να συνδέσουμε πολλούς αισθητήρες στη ρομποτική διάταξη του Arduino, θα χρησιμοποιήσετε το Breadboard. Πρόκειται για μια πλατφόρμα που μας επιτρέπει να κατασκευάσουμε εύκολα κυκλώματα χωρίς να απαιτείται να γίνουν κολλήσεις. Διαθέτει οπές πάνω στις οποίες μπορούν να συνδεθούν διάφορα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά στοιχεία, ενώ εσωτερικά υπάρχουν κάποιοι μεταλλικοί κύλινδροι, που έχουν ως στόχο να κρατήσουν τα ηλεκτρονικά στοιχεία στη θέση τους, αλλά και να μεταφέρουν τον ηλεκτρισμό και το ηλεκτρικό σήμα γενικότερα από μια οπή σε μια άλλη, ως καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Οι οπές αυτές, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί, συνδέονται οριζόντια μεταξύ τους, στις εξωτερικές τους σειρές και χρησιμοποιούνται για να παρέχουμε τροφοδοσία και γείωση σε πολλά στοιχεία του κυκλώματος ταυτόχρονα, ενώ στην ενδιάμεση περιοχή συνδέονται κάθετα ανά πεντάδες και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του σήματος και τη σύνδεση όλων των εξαρτημάτων, στην ουσία λοιπόν αποτελούν τους κόμβους του κυκλώματος.

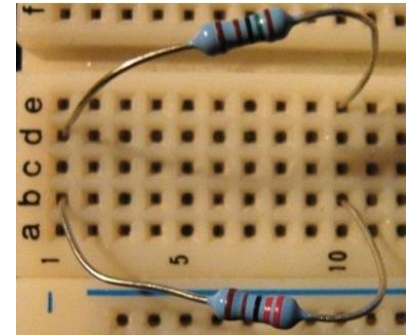


Όσον αφορά στον τρόπο σύνδεσης, γνωρίζουμε ότι υπάρχουν δυο τρόποι σύνδεσης των επιμέρους στοιχείων μεταξύ τους, σε σειρά και σε παραλληλία.

Όταν λέμε ότι μια σύνδεση είναι σε σειρά, εννοούμε ότι εκεί που τελειώνει το ένα άκρο ενός στοιχείου, ξεκινάει το επόμενο στοιχείο. Αυτό είναι πολύ απλό να υλοποιηθεί πρακτικά πάνω στο Breadboard, το μόνο που χρειάζεται είναι στην πεντάδα που τελειώνει το ένα στοιχείο, στην ίδια πεντάδα να συνδέσουμε το επόμενο στοιχείο. Δεν έχει σημασία σε ποιο γράμμα θα ξεκινάει το ποδαράκι του δεύτερου στοιχείου, αρκεί να βρίσκεται στην ίδια πεντάδα με το πρώτο, όπως φαίνεται στη διπλανή φωτογραφία.



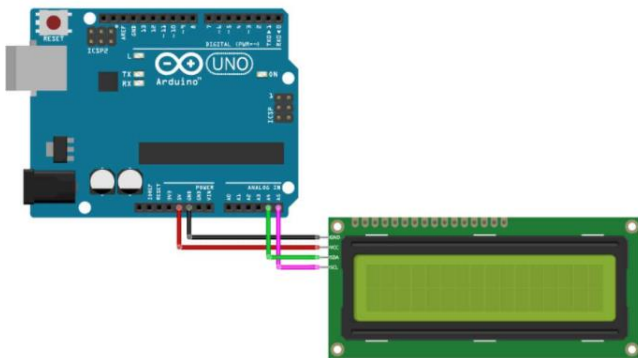
Αντίστοιχα για την παράλληλη σύνδεση, όπως ξέρουμε άλλωστε από τη φυσική, θα πρέπει τα στοιχεία να έχουν κοινή αρχή και κοινό τέλος, άρα να ξεκινάνε από την ίδια πεντάδα και να τελειώνουν στην ίδια πεντάδα. Στην ίδια πεντάδα, μπορούμε να συνδέσουμε παράλληλα ως και πέντε διαφορετικά στοιχεία, ενώ στην περίπτωση που είναι απαραίτητο να συνδεθούν περισσότερα στοιχεία παράλληλα μεταξύ τους, το μόνο που χρειάζεται είναι να συνδέσουμε με ένα καλωδάκι δυο διαφορετικές πεντάδες.



Ακολουθεί η συνδεσμολογία και ο κώδικας των αισθητήρων και των στοιχείων που σας έχουν δοθεί:

- **LCD I2C ΟΘΟΝΗ**

Για τη συνδεσμολογία της οθόνης θα χρειαστείτε μόνο 4 pin αντί για 12 όπως φαίνεται στην εικόνα και τον πίνακα που ακολουθεί:

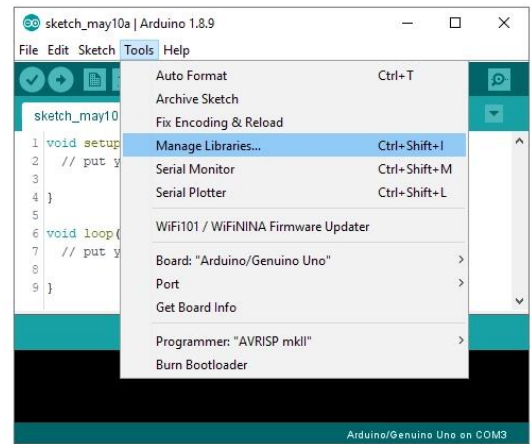


I2C LCD Connections

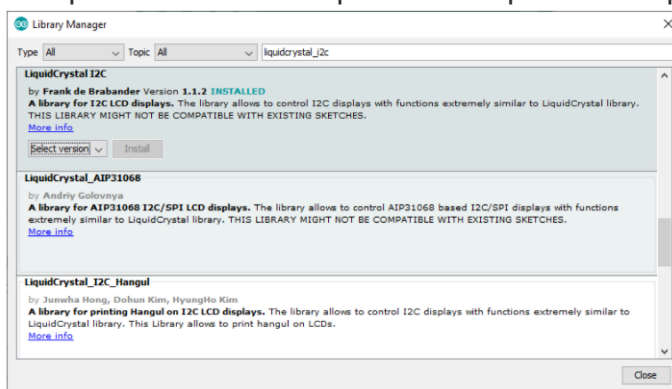
I2C Character LCD	Arduino
GND	GND
VCC	5V
SDA	A4
SCL	A5

Επίσης, για να μπορέσετε να εντάξετε την οθόνη στο προγραμματιστικό κομμάτι, πρέπει να κατεβάσετε και να χρησιμοποιήσετε την LiquidCrystal_I2C βιβλιοθήκη, η οποία έχει κάποιες συγκεκριμένες εντολές που θα κάνουν τον προγραμματισμό της οθόνης πιο εύκολο. Αφού κατεβάσετε το ζιπαρισμένο αρχείο, για να εγκαταστήσετε τη βιβλιοθήκη στο περιβάλλον του Arduino IDE ακολουθήστε τα επόμενα βήματα:

1. Ανοίξτε το Arduino IDE και από τα εργαλεία που βρίσκονται στη γραμμή εργασιών αναζητήστε τις τελευταίες βιβλιοθήκες που εγκαταστάθηκαν.



2. Αναζητήστε την liquidcrystal_i2c' βιβλιοθήκη του Frank de Brabander και επιλέξτε την τελευταία έκδοση και κάντε εγκατάσταση



3. Για να ξεκινήσετε να γράφετε τον κώδικα πρέπει πρώτα να δηλώσετε τη βιβλιοθήκη της LiquidCrystal_I2C και την Wire.h . Συνεπώς μην ξεχνάτε ότι πρέπει να ξεκινήσετε γράφοντας:

```
3. // Include the libraries:  
4. // LiquidCrystal_I2C.h: https://github.com/johnrickman/LiquidCrystal_I2C  
5. #include <Wire.h> // Library for I2C communication  
6. #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
```

4. Η οθόνη αυτή χρησιμοποιεί τρεις παραμέτρους, οι οποίες είναι: LiquidCrystal_I2C(address,columns,rows), δηλαδή, τη διεύθυνση της μνήμης της οθόνης, τις στήλες και τις σειρές στις οποίες θα εμφανίζονται οι χαρακτήρες στην οθόνη σας.

```
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 20, 4);
```

5. Ακόμα, για τις τρεις βασικές λειτουργίες της οθόνης δίνονται οι ακόλουθες εντολές:
lcd.init(); με την οποία θα αρχικοποιήσετε την οθόνη σας
lcd.clear(); με την οποία κάθε φορά θα καθαρίζετε την οθόνη σας
lcd.backlight(); με την οποία θα δίνετε εντολή να ανάβει η οθόνη σας
6. Ακολουθεί το παράδειγμα ενός κώδικα για τον προγραμματισμό της οθόνης σας.

```
1.  /* I2C LCD with Arduino example code. More info: https://www.makerguides.com */
2.
3.  // Include the libraries:
4.  // LiquidCrystal_I2C.h: https://github.com/johnrickman/LiquidCrystal_I2C
5.  #include <Wire.h> // Library for I2C communication
6.  #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for LCD
7.
8.  // Wiring: SDA pin is connected to A4 and SCL pin to A5.
9.  // Connect to LCD via I2C, default address 0x27 (A0-A2 not jumpered)
10. LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2); // Change to (0x27,20,4) for
    20x4 LCD.
11.
12. void setup() {
13.   // Initiate the LCD:
14.   lcd.init();
15.   lcd.backlight();
16. }
17.
18. void loop() {
19.   // Print 'Hello World!' on the first line of the LCD:
20.   lcd.setCursor(2, 0); // Set the cursor on the third column and first row.
21.   lcd.print("Hello World!"); // Print the string "Hello World!"
22.   lcd.setCursor(2, 1); //Set the cursor on the third column and the second row (counting
    starts at 0!).
23.   lcd.print("LCD tutorial");
24. }
```

Μελετώντας τον κώδικα αυτόν, ποιο μήνυμα περιμένετε να εμφανίζεται στην οθόνη σας όταν την προγραμματίσετε; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

Ποιες είναι οι εντολές που δηλώνουν τι θα εμφανιστεί στην οθόνη σας και σε ποια στήλη και σειρά;

.....

.....

7. Μια ακόμα βασική εντολή όπως αναφέραμε και παραπάνω είναι αυτή που καθαρίζει την οθόνη μας

```
1.  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2.
3.  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
4.
5.  void setup() {
6.   lcd.init();
7.   lcd.backlight();
8. }
9.
10. void loop() {
11.  lcd.clear();
12.  lcd.print("Monday");
13.  delay(2000);
14.  lcd.clear();
15.  lcd.print("13:45");
16.  delay(2000);
17. }
```

Γιατί η εντολή αυτή έχει τόσο μεγάλη σημασία; Τι πιστεύετε ότι θα εμφανίζεται στην οθόνη σας αν την παραλείψετε;

.....

.....

8. Άλλες βασικές εντολές που μπορεί να χρειαστείτε για να προγραμματίσετε την οθόνη σας:

Other useful functions of the Library

There are a few useful functions you can use with LiquidCrystal_I2C object. Few of them are listed below:

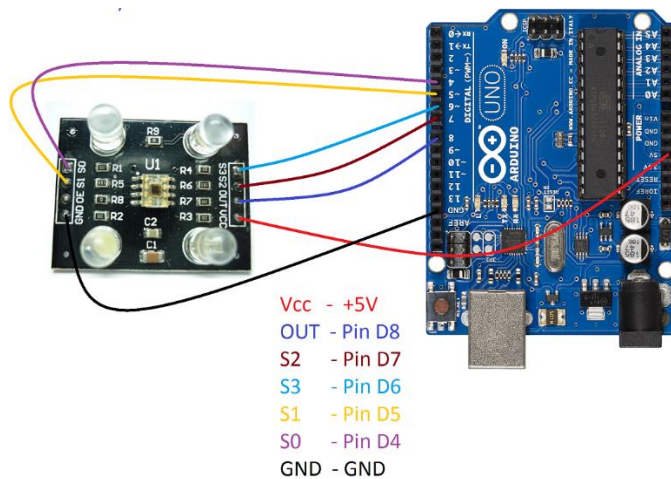
- `home()` – positions the cursor in the top-left corner of the LCD without clearing the display.
- `cursor()` – displays the LCD cursor, an underscore (line) at the position of the next character to be printed.
- `noCursor()` – hides the LCD cursor.
- `blink()` – creates a blinking block style LCD cursor: a blinking rectangle of 5x8 pixels at the position of the next character to be printed.
- `noBlink()` – disables the blinking block style LCD cursor.
- `display()` – turns on the LCD screen and displays the characters that were previously printed on the display.
- `noDisplay()` – turns off the LCD screen. Simply turning off the LCD screen does not clear data from the LCD memory. This means that it will be shown again when the `display()` function is called.
- `scrollDisplayLeft()` – scrolls the contents of the display one space to the left. If you want to scroll the text continuously, you need to use this function inside a loop.
- `scrollDisplayRight()` – scrolls the contents of the display one space to the right.
- `autoscroll()` – turns on automatic scrolling of the LCD. If the current text direction is left-to-right (default), the display scrolls to the left, if the current direction is right-to-left, the display scrolls to the right.
- `noAutoscroll()` – turns off automatic scrolling.

• TCS 3200 COLOR SENSOR

Πρόκειται για έναν αισθητήρα αναγνώρισης χρωμάτων, μια συσκευή δηλαδή που μπορεί να ανιχνεύει χρώματα. Συνήθως ανιχνεύει το χρώμα της επιφάνειας στην κλίμακα RGB. Λειτουργεί με τη λάμψη λευκού φωτός σε ένα αντικείμενο και την καταγραφή του ανακλώμενου φωτός από το οποίο θα καθορίσει το χρώμα του. Δεν πρέπει να ξεχνάμε εξάλλου ότι το χρώμα που βλέπουμε είναι στην πραγματικότητα μήκη κύματος ανακλώμενου φωτός, το χρώμα δηλαδή που ανακλάται από την επιφάνεια, ενώ τα υπόλοιπα χρώματα απορροφώνται από αυτή. Ο αισθητήρας αυτός αποτελείται από μια σειρά φωτοδιόδων, ανιχνεύει το χρώμα και το μετατρέπει σε συχνότητα. Η έξοδος του αισθητήρα είναι ανάλογη με την ένταση του φωτός που ανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου. Η μονάδα TCS3200 διαθέτει RGB και καθαρό αισθητήρα μαζί με 4 LED ενσωματωμένα στον πίνακα.



Για τη συνδεσμολογία του αισθητήρα δίνεται η ακόλουθη φωτογραφία:



Αφού συνδέσετε τον αισθητήρα στα κατάλληλα pin της πλακέτας, αναζητήστε την βιβλιοθήκη του, επαναλαμβάνοντας τα βήματα που κάνατε για να κατεβάσετε τη βιβλιοθήκη για την lcd οθόνη και στη συνέχεια, μελετήστε τον κώδικα που ακολουθεί. Θα σας βοηθήσει πολύ να κάνετε δοκιμές για να καλιμπράρετε τον αισθητήρα σας και να τον ρυθμίσετε κατάλληλα βγάζοντας τους σωστούς συνδυασμούς χρωμάτων (κόκκινο, πράσινο, μπλε)

```

6  int red = 0;
7  int green = 0;
8  int blue = 0;
9
10 void setup()
11 {
12   Serial.begin(9600);
13   pinMode(8, OUTPUT);
14   pinMode(9, OUTPUT);
15   pinMode(12, OUTPUT);
16   pinMode(11, OUTPUT);
17   pinMode(10, INPUT);
18
19   digitalWrite(8, HIGH);
20   digitalWrite(9, HIGH);
21
22   lcd.init();
23   lcd.backlight();
24 }
25
26 void loop()
27 {
28   digitalWrite(12, LOW);
29   digitalWrite(11, LOW);
30   red = pulseIn(10, digitalRead(10) == HIGH ? LOW : HIGH);
31   digitalWrite(11, HIGH);
32   blue = pulseIn(10, digitalRead(10) == HIGH ? LOW : HIGH);
33   digitalWrite(12, HIGH);
34   green = pulseIn(10, digitalRead(10) == HIGH ? LOW : HIGH);
35
36   lcd.clear();
37   if (red < blue && red < green && red < 20)
38   {
39     Serial.println(" Red Color");
40     lcd.print("Red Color");
41   }
42
43   else if (blue < red && blue < green)
44   {
45     Serial.println(" Blue Color");
46     lcd.print("Blue Color");
47   }
48
49   else if (green < red && green < blue)
50   {
51     Serial.println(" Green Color");
52     lcd.print("Green Color");
53   }
54   delay(500);
55 }

```

9. Γιατί είναι απαραίτητο να ορίσουμε τα χρώματα τα οποία θα αναγνωρίζει ο αισθητήρας χρωμάτων; Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν δεν τις ορίσουμε;

.....

.....

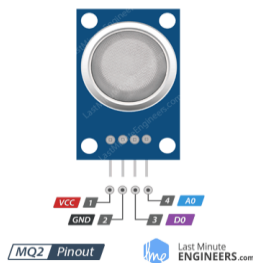
Προσοχή, μην ξεχάσετε να προγραμματίσετε σωστά την LCD οθόνη σας, καλώντας την από την κατάλληλη βιβλιοθήκη και να προσαρμόσετε τον κώδικά σας!

• MQ2 GAS SENSOR

Για την κατασκευή σας μπορείτε ακόμα να χρησιμοποιήσετε έναν αισθητήρα αερίου. Πρόκειται για έναν αισθητήρα κατάλληλο για την ανίχνευση συγκεντρώσεων υγραερίου (LPG), προπανίου, υδρογόνου, μεθανίου και μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα. Αποτελεί ένα κατάλληλο σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα.



Ο τρόπος σύνδεσής του με την πλατφόρμα του Arduino φαίνεται στη φωτογραφία που ακολουθεί:

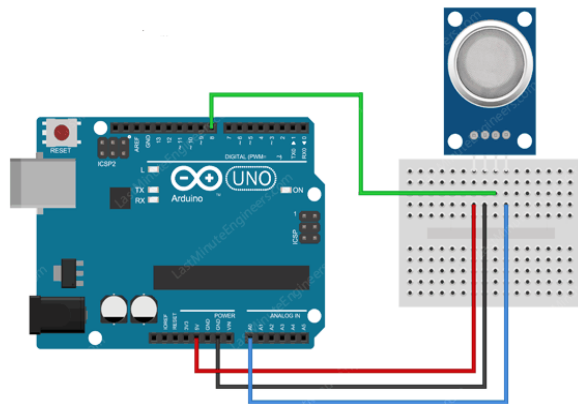


VCC supplies power for the module. You can connect it to 5V output from your Arduino.

GND is the Ground Pin and needs to be connected to GND pin on the Arduino.

DO provides a digital representation of the presence of combustible gases.

A0 provides analog output voltage in proportional to the concentration of smoke/gas.



Ο κώδικας του αισθητήρα αερίων είναι πολύ απλός και στην ουσία διαβάζει την αναλογική τάση στον ακροδέκτη A0. Επίσης εκτυπώνει στη σειριακή οθόνη τα αέρια που ανίχνευσε στην ατμόσφαιρα.

```
#define MQ2pin 0

float sensorValue; //variable to store sensor value

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // sets the serial port to 9600
  Serial.println("Gas sensor warming up!");
  delay(2000); // allow the MQ-6 to warm up
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(MQ2pin); // read analog input pin 0

  Serial.print("Sensor Value: ");
  Serial.print(sensorValue);

  if(sensorValue > 300)
  {
    Serial.print(" | Smoke detected!");
  }

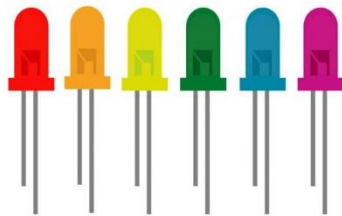
  Serial.println("");
  delay(2000); // wait 2s for next reading
}
```

10. Αφού μελετήσετε τον κώδικα, ποιο μήνυμα πιστεύετε ότι θα εμφανιστεί στην οθόνη αν προγραμματίσετε με αυτόν τον τρόπο τον αισθητήρα σας; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....
.....

- **LED**

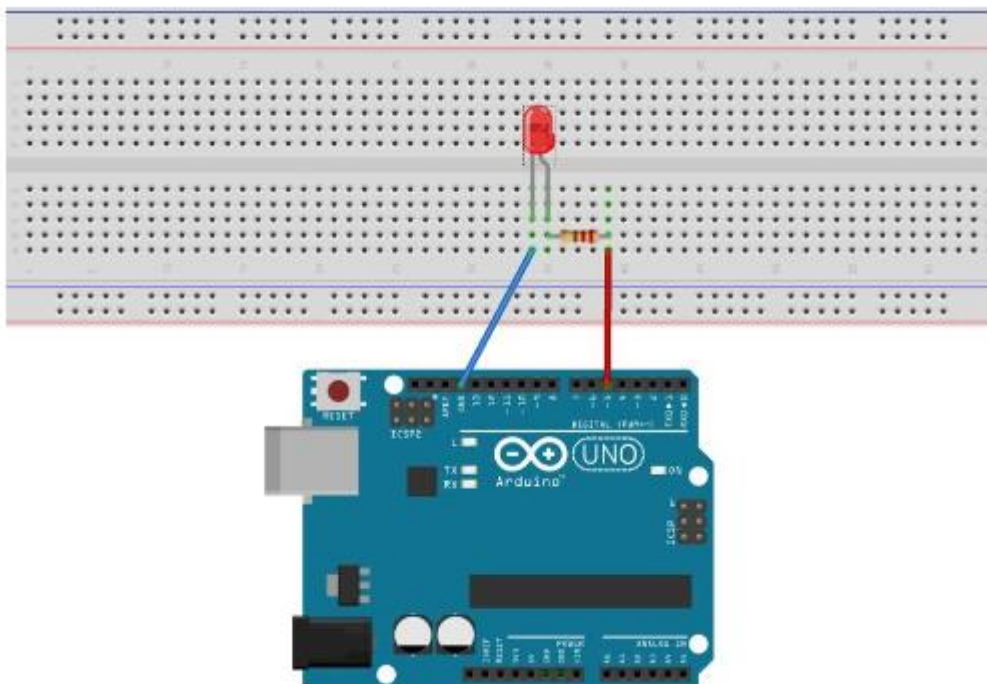
Το LED (Light Emitting Diode) είναι ένα στοιχείο, που όταν διαρρέεται από ρεύμα φωτοβολεί. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει, τόσο πιο έντονο είναι το φως που παράγεται. Το LED, ως δίοδος, επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο προς τη μια φορά. Όπως φαίνεται και από την εικόνα που ακολουθεί, οι δυο ακροδέκτες του έχουν διαφορετικό μήκος, ο πιο μακρύς ακροδέκτης ονομάζεται άνοδος και συνδέεται στο θετικό πόλο της πηγής, ενώ ο κοντός ακροδέκτης ονομάζεται κάθοδος και συνδέεται στον αρνητικό πόλο της πηγής, δηλαδή την γείωση.



Ανάμεσα στο LED και στην πηγή πρέπει να παρεμβάλλεται μία αντίσταση για να περιορίζει το ρεύμα που θα διαρρεύσει το κύκλωμα και να προστατέψει το LED και να μην καεί. Συνήθως χρησιμοποιούμε για τις εφαρμογές στο Arduino αντίσταση $R=220\Omega$



Συνεπώς η συνδεσμολογία του LED στην πλακέτα του Arduino πρέπει να γίνει σύμφωνα με την ακόλουθη φωτογραφία



Αφού μελετήσετε προσεκτικά τις παραπάνω οδηγίες και προγραμματίσετε κατάλληλα όλους τους αισθητήρες που θα χρησιμοποιήσετε για την κατασκευή και τον προγραμματισμό της ρομποτικής σας διάταξης, δώστε από τον κώδικά σας, τα κομμάτια εκείνα που έδωσαν τις εντολές στον κάθε έναν αισθητήρα.

Οδηγός Συνέντευξης

- 1) Θεωρείτε περιττή τη επιλογή και χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών για την υλοποίηση της διδασκαλίας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας;
- 2) Το ψηφιακό εργαλείο που χρησιμοποιήσαμε για τις προσομοιώσεις του ηλιακού συστήματος σας φάνηκε χρήσιμο ή θα μπορούσε να αποφευχθεί η χρήση του;
- 3) Σε τί σας βοήθησε το λογισμικό προσομοιώσεων που χρησιμοποιήσαμε στις δραστηριότητες της έρευνας;
- 4) Πιστεύετε ότι η δραστηριότητα με το ψηφιακό παιχνίδι θα μπορούσε να παραλειφθεί;
- 5) Σε τί σας βοήθησε το ψηφιακό παιχνίδι;
- 6) Η κατασκευή της ρομποτικής διάταξης σας δυσκόλεψε πολύ;
- 7) Ποια προβλήματα έπρεπε να αντιμετωπίσετε κατά την υλοποίηση και τον προγραμματισμό της πειραματικής σας διάταξης;
- 8) Θεωρείτε απαραίτητη την ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία; Δικαιολογήστε την απάντησή σας
- 9) Πως σας φάνηκε η συμμετοχή σας στην ερευνητική διαδικασία; Αν σας ζητηθεί ξανά στο μέλλον να συμμετέχετε σε έρευνα, θα απαντήσετε και πάλι θετικά;
- 10) Θεωρείτε ότι ο χρόνος μέσα στον οποίο έπρεπε να ολοκληρωθεί η ερευνητική διαδικασία ήταν επαρκής; Σε ποια από τις δραστηριότητες θα αφιερώνατε περισσότερο χρόνο;

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Educational Technology	Εκπαιδευτική Τεχνολογία
Digital Tools	Ψηφιακά Εργαλεία
Educational Robotics	Εκπαιδευτική Ρομποτική
Robotic Devices	Ρομποτικές Διατάξεις
Motivation for learning	Κίνητρα για Μάθηση
Solar System	Ηλιακό Σύστημα
Inquiry Based Learning	Ανακαλυπτική Μάθηση
Project Based Learning	Μάθηση βάσει πρότζεκτ
Gamification	Παιχνιδιοποίηση
Design Thinking	Σχεδιαστική Σκέψη
Interdisciplinary Approach	Διεπιστημονική προσέγγιση
Critical Thinking	Κριτική Σκέψη
Creativity	Δημιουργικότητα
Misconceptions	Παρανοήσεις
Digital Technologies	Ψηφιακές Τεχνολογίες
Simulations	Προσομοιώσεις
Reconstruction of misconceptions	Αναδόμηση των παρανοήσεων
Case Study	Μελέτη Περίπτωσης
Pre/Post test	Διαγνωστικά τεστ πριν και μετά τη δραστηριότητα
Reset	Επανεκκίνηση
GND	Γείωση
Play Mode	Λειτουργία Παιχνιδιού
Open Game	Άνοιγμα Παιχνιδιού
Design Mode	Σχεδιασμός Παιχνιδιού

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΑΣΠΑΙΤΕ	Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης
ΕΚΠΑ	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΠΑΔΑ	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
ΦΕ	Φυσικές Επιστήμες
IBL	Inquiry based learning
PBL	Project based learning
ADC	Analog to Digital Converter
GND	Ground
ChoiCo	Choices with Consequences