



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πτυχιακή εργασία

Θέμα:

Αλληλεπιδραστικά τρισδιάστατα περιβάλλοντα και αστρονομία:  
Δημιουργία και αξιολόγηση εφαρμογής για τη διδασκαλία του  
ηλιακού συστήματος

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Φωκίδης Εμμανουήλ	Λέκτορας	Πανεπιστήμιο Αιγαίου	Επιβλέπων
Τσολακίδης Κωνσταντίνος	Αναπληρωτής Καθηγητής	Πανεπιστήμιο Αιγαίου	Μέλος συμβουλευτικής επιτροπής
Σκουμιός Μιχαήλ	Επίκουρος Καθηγητής	Πανεπιστήμιο Αιγαίου	Μέλος συμβουλευτικής επιτροπής

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ:

ΜΑΣΤΡΟΚΟΥΚΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ  
ΑΜ: 411/2011126

ΡΟΔΟΣ 2015

## Περίληψη

Στην εργασία μελετάται η ανάπτυξη και η χρήση τρισδιάστατου αλληλεπιδραστικού περιβάλλοντος για τη διδασκαλία στοιχείων για το ηλιακό σύστημα. Η χρήση εφαρμογών της εικονικής πραγματικότητας και γενικότερα των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων στην εκπαίδευση, είναι καλά τεκμηριωμένη από τις κονστρουκτιβιστικές και κοινωνικο-πολιτιστικές θεωρίες μάθησης.

Σκοπός ήταν κατά πρώτον να ελεγχθεί το περιβάλλον από τεχνικής και χρηστικής άποψης και κατά δεύτερον το κατά πόσο επιτυγχάνονται οι μαθησιακοί στόχοι του διδακτικού του υλικού. Τα παραπάνω μελετήθηκαν δίνοντας την εφαρμογή σε ομάδα χρηστών και συλλέγοντας στοιχεία από αυτούς, που αξιολογούσαν τις παραπάνω παραμέτρους.

Ο εικονικός κόσμος δημιουργήθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας ανοικτού λογισμικού OpenSimulator, η οποία βασίζεται στην τεχνολογία του Second Life. Ειδικότερα, δημιουργήθηκε εικονικός κόσμος που απεικόνιζε το ηλιακό σύστημα σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο, έγινε αναπαράσταση του ηλιακού συστήματος σε κλίμακα, ενώ το δεύτερο επίπεδο παρείχε πληροφορίες για αυτό.

Ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν από τυχαίο δείγμα φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, που οργανώθηκαν σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα δόθηκε η εφαρμογή, ενώ στην δεύτερη δόθηκαν πληροφορίες με ένα απλό πρόγραμμα παρουσίασης. Με τη χρήση ερωτηματολογίων έγινε έλεγχος της επίτευξης των μαθησιακών στόχων και στις δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα δόθηκε ένα επιπλέον ερωτηματολόγιο για την τεχνική και χρηστική αξιολόγηση της εφαρμογής.

Τα αποτελέσματα κρίνονται ως ικανοποιητικά. Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν πρόοδο όσον αφορά τις γνώσεις τους για το ηλιακό σύστημα, αλλά η πρώτη ομάδα είχε καλύτερα αποτελέσματα από τη δεύτερη ομάδα, η οποία είχε πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες. Ακόμη, η πλειοψηφία των χρηστών της εφαρμογής δήλωσαν ότι οι περισσότεροι από τους παιδαγωγικούς στόχους της εφαρμογής επιτεύχθηκαν και συμφώνησαν ότι τα τρισδιάστατα περιβάλλοντα

κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον και οπτικοποιούν καταστάσεις και γεγονότα, που είναι αδύνατο να αναπαρασταθούν με άλλον τρόπο. Ακόμη, υποστήριξαν ότι θα χρησιμοποιούσαν τρισδιάστατα περιβάλλοντα στη διδασκαλία.

Λέξεις-Κλειδιά: εικονική πραγματικότητα, τρισδιάστατα περιβάλλοντα, ηλιακό σύστημα, κονστρουκτιβισμός

## **Abstract**

The study deals with the development and evaluation of a 3D virtual environment for teaching facts about the solar system. Many teachers have a theoretical, but not scientific, background and as a result they lack basic scientific knowledge about the solar system. This leads to misconceptions and inadequate teaching of the subject. On the other hand, the use of virtual reality applications and -in general- of 3D virtual environments in education, is well established by the constructivistic and socio-cultural learning theories.

Taking these facts into consideration, an application was developed with a twofold purpose. The first was to study the virtual environment from a technical and utilitarian aspect. The second was to examine the degree to which the learning goals were achieved. Research data were collected evaluating the above parameters.

The 3D virtual environment was developed using OpenSimulator, a software platform that is based on the Second Life's technology. More specifically, a virtual world was created depicting the solar system in two levels. In the first level, there was an illustration of the solar system on a scale, while the second level provided more detailed information.

Two groups of randomly selected students from the Department of Primary School Education of the University of the Aegean were formed. The application was administered to the first group. The second group had access to online learning material, the same as in the first group. Data were collected with the use of questionnaires that studied the achievement of learning goals in both of these groups. In the first group one more questionnaire was given for the technical and utilitarian evaluation of the application.

The findings of the study are considered satisfactory. Both groups indicated progress regarding their knowledge about the solar system, but the first group of users had better results than the second that had access only to online information. Also, most of the users of the virtual world stated that the pedagogical goals of the application were achieved and agreed that the 3D environment makes the lesson more interesting and visualizes situations and facts which are

otherwise impossible to represent. Finally, they stated that they would use 3D virtual environments in their teaching.

Key words: virtual reality, 3D virtual environments, solar system, constructivism

## Περιεχόμενα

Περίληψη	σελ. 2
Abstract	σελ. 4
Περιεχόμενα	σελ. 6
Κατάλογος πινάκων	σελ. 9
Κατάλογος γραφημάτων	σελ. 11
Κατάλογος εικόνων	σελ. 12
Συντομογραφίες	σελ. 13
Ευχαριστίες	σελ. 14
Εισαγωγή	σελ. 15
Κεφάλαιο 1: Εικονική Πραγματικότητα και Τρισδιάστατα Περιβάλλοντα	σελ. 18
1.1. Αποσαφήνιση του όρου «Εικονική Πραγματικότητα»	σελ. 18
1.2. Χαρακτηριστικά της Εικονικής Πραγματικότητας	σελ. 22
1.3. Είδη εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας	σελ. 24
Κεφάλαιο 2: Κονστрукτιβισμός, Εικονική Πραγματικότητα και Εκπαίδευση	σελ. 28
2.1. Εισαγωγή	σελ. 28
2.2. Θετικά χαρακτηριστικά χρήσης Εικονικής Πραγματικότητας	σελ. 31
2.3. Προβληματισμοί γύρω από τη χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας	σελ. 37
2.4. Παραδείγματα εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία	σελ. 40
Κεφάλαιο 3: Έρευνες για τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών – μαθητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα	σελ. 43
Κεφάλαιο 4: Προβληματισμός της έρευνας	σελ. 48
4.1. Ανάλυση των ανοιχτών ερωτήσεων	σελ. 49
4.2. Συνολική επίδοση - Συμπέρασμα	σελ. 49
Κεφάλαιο 5: Πλατφόρμα OpenSimulator	σελ. 52
5.1. Γενικά χαρακτηριστικά του OpenSimulator	σελ. 53
5.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης του OpenSimulator	σελ. 54
Κεφάλαιο 6: Ανάπτυξη εφαρμογής για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος	σελ. 56
6.1. Συλλογή του υλικού	σελ. 56
6.2. Οργάνωση εικονικού κόσμου και κατασκευή αντικειμένων	σελ. 58
6.3. Εισαγωγή πληροφοριών	σελ. 63
6.4. Εισαγωγή και χρήση scripts	σελ. 64
6.5. Προσθήκη βίντεο	σελ. 66
6.6. Εισαγωγή οδηγιών	σελ. 66

6.7. Προσθήκη NPC	σελ. 67
6.8. Έλεγχος εφαρμογής	σελ. 67
6.9. Κατανομή του χρόνου	σελ. 68
6.10. Δυσκολίες στην ανάπτυξη της εφαρμογής	σελ. 68
<b>Κεφάλαιο 7: Μεθοδολογία της έρευνας</b>	σελ. 70
7.1. Δείγμα	σελ. 70
7.2. Μέσα συλλογής των δεδομένων	σελ. 70
7.3. Ερευνητικός σχεδιασμός και διαδικασία	σελ. 72
<b>Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα της έρευνας</b>	σελ. 74
8.1. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου 1 σχετικά με τις γνώσεις των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα	σελ. 74
8.1.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών	σελ. 74
8.1.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο	σελ. 75
8.1.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών	σελ. 76
8.1.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες - νάνους	σελ. 79
8.1.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους	σελ. 80
8.1.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες	σελ. 82
8.1.7. Συνολική επίδοση	σελ. 83
8.2. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των Ερωτηματολογίων 1 και 2 σχετικά με το ηλιακό σύστημα πριν και μετά τη διανομή του εικονικού περιβάλλοντος (Μέθοδος 1)	σελ. 84
8.2.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών	σελ. 84
8.2.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο	σελ. 84
8.2.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών	σελ. 85
8.2.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες - νάνους	σελ. 88
8.2.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους	σελ. 89
8.2.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες	σελ. 92
8.2.7. Συνολική επίδοση	σελ. 92
8.3. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των Ερωτηματολογίων 1 και 2 σχετικά με το ηλιακό σύστημα πριν και μετά την παροχή των πληροφοριών (Μέθοδος 2)	σελ. 94
8.3.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών	σελ. 94
8.3.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο	σελ. 94
8.3.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών	σελ. 96
8.3.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους	σελ. 99
8.3.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους	σελ. 100

8.3.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες	σελ. 102
8.3.7. Συνολική επίδοση	σελ. 102
8.4. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των τελικών ερωτηματολογίων των δύο ομάδων φοιτητών (σύγκριση Μεθόδου 1 και Μεθόδου 2)	σελ. 104
8.4.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών	σελ. 104
8.4.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο	σελ. 104
8.4.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών	σελ. 105
8.4.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους	σελ. 107
8.4.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους	σελ. 107
8.4.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες	σελ. 108
8.4.7. Συνολική επίδοση	σελ. 108
8.5. Αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της εφαρμογής και τις απόψεις των φοιτητών για τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα και τη χρήση τους στην εκπαίδευση	σελ. 109
Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα και σχολιασμός	σελ. 117
9.1. Περιορισμοί της έρευνας	σελ. 121
9.2. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	σελ. 121
Βιβλιογραφία	σελ. 122
Παράρτημα Α1: Ερωτηματολόγιο 1	σελ. 134
Παράρτημα Α2: Ερωτηματολόγιο 2	σελ. 140
Παράρτημα Α3: Ερωτηματολόγιο 3	σελ. 140
Παράρτημα Β: Πληροφορίες για το ηλιακό σύστημα: Ενδεικτικό παράδειγμα ο Ήλιος	σελ. 141



## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 4.1: Η επίδοση των φοιτητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο

Πίνακας 6.1: Συνολική διάρκεια κατασκευής του εικονικού κόσμου

Πίνακας 8.1: Πόσους πλανήτες έχει το ηλιακό μας σύστημα;

Πίνακας 8.2: Από τι αποτελείται ο Ήλιος;

Πίνακας 8.3: Πόσα λεπτά χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη;

Πίνακας 8.4: Ποιος πλανήτης ονομάζεται Αποσπερίτης ή Αυγερινός και "δίδυμος πλανήτης της Γης";

Πίνακας 8.5: Πού βρίσκεται το όρος Όλυμπος, το μεγαλύτερο βουνό του ηλιακού συστήματος;

Πίνακας 8.6: Ποιοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος έχουν δακτυλίους;

Πίνακας 8.7: Ποιος πλανήτης ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση;

Πίνακας 8.8: Τι είναι ο Πλούτωνας;

Πίνακας 8.9: Ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν στη Σελήνη κατά τη διάρκεια της αποστολής Apollo 11;

Πίνακας 8.10: Ποιος δορυφόρος είναι γνωστός και ως "δορυφόρος - πίτσα";

Πίνακας 8.11: Σε ποιον δορυφόρο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης νερού;

Πίνακας 8.12: Η επίδοση των φοιτητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο

Πίνακας 8.13: Συγκριτικός πίνακας για τη σύσταση του Ήλιου

Πίνακας 8.14: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Πίνακας 8.15: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Πίνακας 8.16: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Πίνακας 8.17: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Πίνακας 8.18: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Πίνακας 8.19: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Πίνακας 8.20: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη

Πίνακας 8.21: Η ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

Πίνακας 8.22: Ποιοι είναι οι πλανήτες του ηλιακού συστήματος;

Πίνακας 8.23: Συγκριτικός πίνακας για τη σύσταση του Ήλιου

Πίνακας 8.24: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Πίνακας 8.25: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Πίνακας 8.26: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Πίνακας 8.27: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Πίνακας 8.28: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Πίνακας 8.29: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Πίνακας 8.30: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη

Πίνακας 8.31: Η ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

Πίνακας 8.32: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Πίνακας 8.33: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Πίνακας 8.34: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Πίνακας 8.35: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Πίνακας 8.36: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Πίνακας 8.37: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Πίνακας 8.38: Η επίδοση των φοιτητών των δύο ομάδων ανά κατηγορία

Πίνακας 8.39: Ποια στοιχεία της εφαρμογής άρεσαν στους φοιτητές;

Πίνακας 8.40: Ποια στοιχεία της εφαρμογής δεν άρεσαν στους φοιτητές;

Πίνακας 8.41: Ποια στοιχεία της εφαρμογής δυσκόλεψαν τους φοιτητές;

Πίνακας 8.42: Ποια στοιχεία της εφαρμογής θεώρησαν οι φοιτητές ότι ήταν τα πιο "δυνατά";

Πίνακας 8.43: Ποια στοιχεία της εφαρμογής θεώρησαν οι φοιτητές ότι ήταν τα πιο "αδύναμα";

Πίνακας 8.44: Ποιους παιδαγωγικούς στόχους πέτυχε η εφαρμογή;

## **Κατάλογος γραφημάτων**

Γράφημα 4.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών

Γράφημα 8.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών

Γράφημα 8.2: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών,  
Ερωτηματολόγιο 1

Γράφημα 8.3: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών,  
Ερωτηματολόγιο 2

Γράφημα 8.4: Η ατομική επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας στο αρχικό και τελικό  
ερωτηματολόγιο

Γράφημα 8.5: Η ατομική επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας στο αρχικό και τελικό  
ερωτηματολόγιο

Γράφημα 8.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών,  
Ερωτηματολόγιο 1

Γράφημα 8.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών,  
Ερωτηματολόγιο 2

## **Κατάλογος εικόνων**

Εικόνα 6.1: Η εσωτερική δομή του Δία. Πηγή: NASA

Εικόνα 6.2: Η εσωτερική δομή του Ποσειδώνα. Πηγή: NASA

Εικόνα 6.3: Πίνακας με τα βασικά αστρονομικά στοιχεία του Δία

Εικόνα 6.4: Το παρατηρητήριο στο πρώτο επίπεδο

Εικόνα 6.5: Το εσωτερικό του παρατηρητηρίου

Εικόνα 6.6: Το εσωτερικό του παρατηρητηρίου

Εικόνα 6.7: Ο πύραυλος στο πρώτο επίπεδο

Εικόνα 6.8: Το πρώτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

Εικόνα 6.9: Ο Ουρανός, ο Κρόνος, ο Δίας και η Γη, όπως φαίνονται από το δεύτερο επίπεδο του εικονικού κόσμου

Εικόνα 6.10: Το τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

Εικόνα 6.11: Οι πληροφορίες σχετικά με τον Ήλιο στο τρίτο επίπεδο

Εικόνα 6.12: Οι ιστοσελίδες που προτείνονται μέσα στο παρατηρητήριο

Εικόνα 6.13: Ο Άρης και οι δορυφόροι του

Εικόνα 6.14: Ο δορυφόρος Ιώ

Εικόνα 6.15: Πλατφόρμα στο τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

## **Συντομογραφίες**

Ε.Π.: Εικονική Πραγματικότητα

ΤΠΕ: Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας

Φ.Ε.: Φυσικές Επιστήμες

NASA: National Aeronautics and Space Administration, Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος

NPC: non-playable character, χαρακτήρας ηλεκτρονικού παιχνιδιού ή εικονικού κόσμου που δεν ελέγχεται από τον παίκτη/χρήστη

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν στη διεκπεραίωση της.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου Εμμανουήλ Φωκίδη για τη συνεργασία μας και τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Ακόμη, τον ευχαριστώ για τις συμβουλές του, για την πολύτιμη βοήθειά του, αλλά και για τον χρόνο που διέθεσε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, Κωνσταντίνο Τσολακίδη και Μιχαήλ Σκουμιό για τη συμμετοχή τους στη συμβουλευτική επιτροπή.

Ακόμη, οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους φοιτητές και φοιτήτριες για το χρόνο που διέθεσαν και για τη συμμετοχή τους στην έρευνα.

Τέλος, πρέπει να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στήριξε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, με κάθε δυνατό τρόπο.

## Εισαγωγή

Οι Θετικές Επιστήμες περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα επιστημών, όπως τα Μαθηματικά, η Φυσική, η Χημεία, η βιολογία κ.ά. Ωστόσο, σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί φαίνεται ότι οι μαθητές, αλλά και οι φοιτητές και οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε). Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της Αστρονομίας έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες (Lightman et al., 1987, Ojala, 1992, Bisard et al., 1994, Hollingworth & McLoughlin, 2001) σε φοιτητές και ενήλικες, οι οποίες παρουσιάζουν τα προβλήματα και τις δυσκολίες που υπάρχουν στην κατανόηση των εννοιών που εμπεριέχονται στην αστρονομία. Ενδεικτικά, το 55% των ενηλίκων θεωρεί πως ο Ήλιος είναι ένα αστέρι, ενώ το 25% ότι είναι πλανήτης. Οι Σμιτζόγλου και Χαλκιά (2007) σημειώνουν ότι οι γνώσεις και οι πληροφορίες που δέχονται οι μαθητές σχετικά με την αστρονομία δεν εμπλουτίζονται μετά την εκπαίδευση στο σχολείο, αφού οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί σημείωσαν τα ίδια αποτελέσματα με μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Όσον αφορά τους μαθητές, σε έρευνες σχετικά με τη διδακτική των Φ.Ε., διαπιστώθηκε ότι αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων της Φυσικής και της Αστρονομίας (Βοσνιάδου, Αλεξοπούλου, Αρβανίτη, Ξυράφη & Λεώβαρη, 1997, Καλαμπούκας, Μουχατρίδης & Μεσελίδου, 2009). Από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει διαπιστωθεί ότι σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, υπάρχουν πολλές παρανοήσεις και δυσκολίες σε σχέση με τα ουράνια φαινόμενα (Baxter 1989), για παράδειγμα, οι μαθητές συνήθως δεν μπορούν να συνειδητοποιήσουν τις σχέσεις των μεγεθών, ούτε τις αποστάσεις μεταξύ των πλανητών και του Ήλιου.

Σύμφωνα με τις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, απαιτούνται νέα μέσα και εργαλεία που θα συμβάλλουν στην κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων της Αστρονομίας. Η Εικονική Πραγματικότητα (Ε.Π.) μπορεί να αποτελέσει ένα τέτοιο εργαλείο, καθώς με αυτή δημιουργούνται βιωματικά περιβάλλοντα που μεταφέρουν τους μαθητές σε έναν άλλο κόσμο. Εκεί, οι μαθητές εφαρμόζουν τις γνώσεις τους, τις δεξιότητες και τις στρατηγικές κατά την εκτέλεση των ρόλων τους (Gredler, 2003). Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό είναι ότι η Ε.Π. επιτρέπει στους μαθητές να απεικονίσουν αφηρημένες έννοιες, να παρατηρήσουν γεγονότα και να αλληλεπιδράσουν με φαινόμενα τα οποία, κάτω από άλλες συνθήκες, δεν θα μπορούσαν να παρατηρήσουν.

Έχοντας υπόψη αυτό το σκεπτικό, γεννήθηκε ο προβληματισμός κατά πόσο μια τρισδιάστατη εφαρμογή μπορεί να βελτιώσει το επίπεδο των γνώσεων των φοιτητών και μελλοντικών δασκάλων του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ρόδου σε θέματα Αστρονομίας.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στη μελέτη της χρήσης αλληλεπιδραστικών τρισδιάστατων περιβαλλόντων για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος. Ειδικότερα, αντικείμενο της έρευνας είναι η κατασκευή και η αξιολόγηση εικονικού περιβάλλοντος που θα αναπαριστά το ηλιακό σύστημα. Σκοπός της εργασίας είναι να ελεγχθεί το περιβάλλον από τεχνικής και χρηστικής άποψης, καθώς και να αξιολογηθεί το κατά πόσο επιτυγχάνονται οι μαθησιακοί στόχοι του διδακτικού του υλικού.

Κύριο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι το εξής:

α) Κατά πόσο ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον μπορεί να βελτιώσει τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα και βασικές έννοιες αστρονομίας;

Βασική υπόθεση αποτελεί ότι οι φοιτητές έχουν λίγες γνώσεις όσον αφορά τα παραπάνω. Επομένως, εξετάζεται αν υπάρχει βελτίωση μετά από κάποια μορφή παρέμβασης, εστιάζοντας σε τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον. Εφόσον, χρησιμοποιείται ένας εικονικός κόσμος, συγκρίνεται με μια απλή διαδικτυακή παροχή των πληροφοριών, ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στα αποτελέσματα των δύο αυτών μεθόδων.

Επομένως, δευτερεύοντα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα παρακάτω:

β) Ποιες είναι οι αρχικές γνώσεις των φοιτητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα και βασικές έννοιες αστρονομίας;

γ) Υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις γνώσεις που απέκτησαν οι φοιτητές που είχαν πρόσβαση στον εικονικό κόσμο και στους φοιτητές που είχαν πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες;

δ) Ποιες είναι οι απόψεις των φοιτητών σχετικά με την πλατφόρμα OpenSimulator, αλλά και γενικά για τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα και τη χρήση τους στην εκπαίδευση;

Η δομή της έρευνας είναι η εξής:

Στο Κεφάλαιο 1 περιγράφεται η έννοια της Εικονικής Πραγματικότητας, τα χαρακτηριστικά και τα είδη της. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται τα θετικά χαρακτηριστικά της



χρήσης της Εικονικής Πραγματικότητας στην εκπαίδευση, καθώς επίσης και οι κύριοι προβληματισμοί. Ακόμη, δίνονται παραδείγματα εφαρμογών Εικονική Πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται συνοπτικά έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μαθητών για το ηλιακό σύστημα. Ακολουθεί, στο Κεφάλαιο 4, η ανάπτυξη του προβληματισμού της έρευνας, ενώ στο Κεφάλαιο 5 περιγράφονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας OpenSimulator και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήση της. Στο Κεφάλαιο 6 γίνεται αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης της εφαρμογής για το ηλιακό σύστημα. Στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας και στο Κεφάλαιο 8 αναπτύσσονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο Κεφάλαιο 9 δίνονται τα συμπεράσματα και ο σχολιασμός και, τέλος, ακολουθούν η βιβλιογραφία και τα παραρτήματα.

# Κεφάλαιο 1: Εικονική Πραγματικότητα και Τρισδιάστατα Περιβάλλοντα

## 1.1. Αποσαφήνιση του όρου «Εικονική Πραγματικότητα»

Στις μέρες μας η τεχνολογική εξέλιξη δίνει τη δυνατότητα στους ανθρώπους να αναζητούν νέες εμπειρίες σε εναλλακτικές πραγματικότητες χρησιμοποιώντας ως εργαλείο προσομοιώσεις και περιβάλλοντα πολυμέσων με στόχο την αλληλεπίδραση τους με τεχνητούς κόσμους. Η Ε.Π. είναι μια τεχνολογία σχετικά πρόσφατη αφού ξεκίνησε τη δεκαετία του '90, χρησιμοποιώντας έναν νέο τρόπο σκέψης, ο οποίος σχετίζεται με την ανάπτυξη συστημάτων που «ξεγελούν» τις ανθρώπινες αισθήσεις (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001). Πρόκειται για μια νέα τεχνολογία διασύνδεσης και επικοινωνίας των ατόμων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπου ο χρήστης έχει την αίσθηση ότι βρίσκεται μέσα σε έναν πραγματικό κόσμο. Ειδικότερα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στο χώρο, να μετακινηθεί σ' αυτόν, να αλληλεπιδράσει με τα στοιχεία και τα αντικείμενα του κόσμου και να τα μετασχηματίσει (Κόκοτος, 2007).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η Ε.Π. είναι μια έννοια που έχει απασχολήσει αρκετούς μελετητές και έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί στην προσπάθεια τους να ορίσουν το τι ακριβώς είναι η Ε.Π. Παρόλα αυτά, επειδή η Ε.Π. αποκτά διαρκώς νέα χαρακτηριστικά, ανάλογα προσαρμόζονται οι διάφοροι ορισμοί της.

Πραγματοποιώντας μια σύντομη ιστορική αναδρομή, μπορεί κανείς να αναφέρει ότι τη δεκαετία του '70 εμφανίστηκε ο όρος «*Τεχνητή Πραγματικότητα*» (*Artificial Reality*) από τον Krueger (1983), στη συνέχεια ο όρος «*Κυβερνοχώρος*» (*Cyberspace*) από τον Gibson (1984), και τέλος ο όρος «*Εικονική Πραγματικότητα*» (*Virtual Reality*) από τον Lanier (1989). Πιο συγκεκριμένα, ο J. Lanier, ο οποίος είναι ο ιδρυτής του VPL Research (Virtual Programming Languages Research) όρισε την Εικονική Πραγματικότητα ως «*ένα αλληλεπιδραστικό τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί*», θέλοντας με αυτόν τον τρόπο να την παρουσιάσει ως μια μέθοδο οπτικοποίησης και επεξεργασίας περίπλοκων δεδομένων, αλλά και αλληλεπίδρασης με Η/Υ (Κόκοτος, 2007).

Σύμφωνα με το Μικρόπουλο (1998) ως «*τεχνητή πραγματικότητα*» ορίζεται το αλληλεπιδραστικό εκείνο περιβάλλον, όπου ο χρήστης συμμετέχει σε διάφορα γεγονότα του υπολογιστή χρησιμοποιώντας αρκετές από τις αισθήσεις του και την κιναισθησία. Από την άλλη ορίζει τον «*κυβερνοχώρο*» ως εκείνο το χώρο όπου το νευρικό σύστημα του ατόμου, αλλά και οι μηχανικοί και ηλεκτρονικοί τρόποι επικοινωνίας συνδέονται με υπολογιστικά συστήματα.

Τέλος, αναφέρεται και στον όρο «*τηλεπαρουσία*» (*telepresence*) ορίζοντας την ως την αίσθηση της παρουσίας που έχει το άτομο σε έναν απομακρυσμένο φυσικό χώρο και τη δυνατότητα που του δίνεται να χειριστεί αντικείμενα και να συνεργαστεί με άλλα άτομα. Σε αυτόν τον τελευταίο όρο βασίζεται και η ψυχολογική άποψη της Ε.Π., σύμφωνα με την οποία η Ε.Π. ορίζεται ως ένα αντιληπτικό εργαλείο το οποίο αποτελείται από τεχνητούς κόσμους που έχουν δημιουργηθεί με τη βοήθεια των υπολογιστών και ανταποκρίνεται στις κινήσεις και στην είσοδο δεδομένων από το χρήστη (Chou, Hsu & Yao, 1997, Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011).

Σε γενικές γραμμές, ο όρος «*Εικονική Πραγματικότητα*» χρησιμοποιείται σε διαφορετικές καταστάσεις εκφράζοντας το μη πραγματικό, που όμως μπορεί να φαίνεται πραγματικό μέσα από αυτήν. Συχνά στη θέση του όρου «*Εικονικά Περιβάλλοντα*» (*Virtual Environments*) χρησιμοποιούνται οι έννοιες «*Συστήματα Εικονικών Περιβαλλόντων*», «*Εικονικά Περιβάλλοντα Πληροφόρησης*» και «*Συστήματα Εικονικών Περιβαλλόντων Πληροφόρησης*». Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται κυρίως ο όρος «*Εικονική Πραγματικότητα*» (*Virtual Reality*) ο οποίος καλύπτει το θέμα διεπαφής χρήστη με ηλεκτρονικό υπολογιστή (Κόκοτος, 2007). Αναφορικά με τις νοητικές λειτουργίες, η Ε.Π. αποτελεί μια νοητική κατάσταση, όπου ο χρήστης εισέρχεται σε ένα νέο εικονικό περιβάλλον, το οποίο υλοποιείται με τη συμβολή των Η/Υ και μπορεί να μοιάζει ή να διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από τον πραγματικό κόσμο (Φωκίδης, & Τσολακίδης, 2013).

Η Ε.Π. αποτελεί την προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος με τη συμβολή των υπολογιστών. Έτσι, από μια καθαρά τεχνολογική σκοπιά, η Ε.Π. είναι «*ένα σύνολο υλικού, (ηλεκτρονικοί υπολογιστές και ειδικές συσκευές) και λογισμικού (προγράμματα γραφικών και κίνησης και ειδικά προγράμματα κατασκευής εικονικών κόσμων) με το οποίο οι άνθρωποι είναι σε θέση να οπτικοποιούν και να αλληλεπιδρούν με εξαιρετικά περίπλοκα δεδομένα στις τρεις διαστάσεις*» (Φωκίδης και Τσολακίδης 2011).

Σύμφωνα με τον Kalawsky (1994) ένα εικονικό περιβάλλον είναι «*μια συνθετική αισθητήρια εμπειρία που μεταδίδει φυσικά και αφηρημένα στοιχεία στο άτομο που τη βιώνει. Αυτή η αισθητήρια εμπειρία γεννιέται από ένα υπολογιστικό σύστημα μέσω της παρουσίασης, στα ανθρώπινα αισθητήρια συστήματα, μιας διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή, που προσεγγίζει διάφορες ιδιότητες του πραγματικού κόσμου. Αυτή η διεπαφή έχει τη μορφή τρισδιάστατου απεικονιστικού περιβάλλοντος, το οποίο συνίσταται σε αντικείμενα και φαινόμενα*».

Παράλληλα, προσεγγίζοντας την Ε.Π. από γνωστική σκοπιά, αξίζει να αναφερθεί ότι πρόκειται για ένα μείγμα υλικού, λογισμικού και ιδεών, τα οποία όταν συνδυαστούν δημιουργούν το φαινόμενο της γνωστικής παρουσίας (Bricken, 1990), δηλαδή την πεποίθηση ότι ο εικονικό κόσμος είναι έγκυρος, παρόλο που διαφέρει από τον πραγματικό. Από την άλλη, ο Lanier ανέδειξε και τη φιλοσοφική διάσταση της Ε.Π., αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι η συγκεκριμένη εμπειρία των ατόμων στο εικονικό περιβάλλον παρομοιάζεται «...σαν μία διαδρομή προς ένα είδος κοινωνικής ένωσης, δίνοντας τη δυνατότητα να απελευθερωθούν τα δεσμά από την πηγή της εμπειρίας» (Lanier & Biocca, 1992).

Στα πλαίσια βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία, εντοπίστηκαν και άλλοι ορισμοί για την Ε.Π., μερικοί από τους οποίους είναι οι εξής (Hedberg & Alexander, 1994, Κόκοτος, 2007):

- *«Η Εικονική Πραγματικότητα, αποτελεί έναν όρο που έχει γίνει (σχετικά) πρόσφατα γνωστός αλλά και από τους πλέον διαδεδομένους στο χώρο των υπολογιστών, ο οποίος μεταφέρει το χρήστη ή τους χρήστες σε ένα συνθετικό, τεχνητό, εικονικό και φτιαγμένο από υπολογιστή περιβάλλον»* (Krueger, 1991).
- *«Είναι ένα σύνολο από αντικείμενα, χαρακτηριστικά και σχέσεις που βρίσκονται σε φυσικά ή σουρεαλιστικά πλαίσια»* (Stuart & Thomas, 1991).
- *«Η Ε.Π είναι ένα περιβάλλον που έχει δημιουργηθεί από έναν υπολογιστή, είναι πολυδιάστατη και μπορεί να γίνει αποδεκτή από το συμμετέχοντα ως γνωστικά έγκυρη»* (Winn & Bricken, 1992).
- *«Αλληλεπιδραστικά γραφικά πραγματικού χρόνου (real-time) με τρισδιάστατα μοντέλα, συνδυασμένα με μια τεχνολογία απεικόνισης η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη για εμπύθιση στο μοντελοποιημένο κόσμο και τη δυνατότητα για απευθείας χειρισμό»* (Fuchs & Bishop, 1992).
- *«Εικονική πραγματικότητα είναι ένα τρισδιάστατο περιβάλλον προσομοίωσης σε υπολογιστή του οποίου η απεικόνιση γίνεται σε πραγματικό χρόνο και εξαρτάται από τη συμπεριφορά του χρήστη»* (Loffler & Anderson, 1994).
- *«Η Ε.Π. χρησιμοποιεί τον υπολογιστή και μια ποικιλία από βοηθήματα-αξεσουάρ για να δημιουργήσουν προσομοιώσεις της ανθρώπινης εμπειρίας. Στόχος της είναι η βελτίωση της επικοινωνίας σε όλες τις μορφές μεταξύ ανθρώπων, μηχανημάτων και άλλων όντων»* (Hayward, 1993).

- «Χαρακτηρίζεται από την ψευδαίσθηση της συμμετοχής σε ένα συνθετικό περιβάλλον και όχι απλώς από την εξωτερική παρατήρηση ενός τέτοιου περιβάλλοντος. Η Εικονική Πραγματικότητα βασίζεται σε τρισδιάστατες, στερεοσκοπικές μονάδες απεικόνισης, με ανιχνευτή της κίνησης του κεφαλιού, του χεριού ή του σώματος και στερεοσκοπικό ήχο. Η Εικονική Πραγματικότητα είναι μια εμπειρία εμπύθισης που χρησιμοποιεί όλες τις αισθήσεις.» (Gigante, 1993)
- «Η Εικονική Πραγματικότητα αναφέρεται σε αλληλεπιδραστικά πολυ-αισθητικά, βασισμένα στην όραση, τρισδιάστατα περιβάλλοντα εμπύθισης, δημιουργημένα από υπολογιστή, καθώς και ο συνδυασμός των τεχνολογιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη τέτοιων περιβαλλόντων.» (Cruz-Neira, 1993).
- «Η Ε.Π. γίνεται ένας άλλος τρόπος αισθήματος, συναισθήματος και σκέψης. Ο υπολογιστής ελέγχει την αίσθηση με τον έλεγχο της εισόδου στοιχείων προς τις αισθήσεις, αλλάζοντας την εμπειρία, τα συναισθήματα, και σε τελική ανάλυση τον τρόπο σκέψης» (Cartwright, 1994).
- «Βασικά είναι μία διεπαφή, η οποία συνδυάζει διαφορετικά τεχνικά συστήματα με σκοπό να δώσει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδράσει σε πραγματικό χρόνο με μία εφαρμογή για την απεικόνιση (visualization), την περιγραφή της κίνησης (animation), την παραγωγή (generation) και την μεταβολή (modification) τρισδιάστατων δεδομένων, δημιουργημένων από υπολογιστή τα οποία βλέπει στερεοσκοπικά. Ένας όρος που περιλαμβάνει τα πάντα και περιγράφει την τεχνολογία και όλο το πεδίο γενικότερα.» (View of the future Project, 2001)
- «Η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος, το οποίο μπορεί να το βιώσει ο χρήστης οπτικά στις τρεις διαστάσεις του πλάτους, ύψους και βάθους και το οποίο μπορεί επιπροσθέτως να παρέχει μια αλληλεπιδραστική οπτική εμπειρία με κίνηση σε πραγματικό χρόνο (real-time), με ήχο και πιθανώς και απτικές ή άλλες μορφές ανάδρασης.» (What is.com full reference, 2003).

Σε γενικές γραμμές, λοιπόν, και σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, μπορεί κανείς να αναφέρει ότι η Ε.Π. δεν είναι μια ψεύτικη-πλαστή αποτύπωση της πραγματικότητας μέσω αναπαραστάσεων και εικόνων, αλλά αντίθετα πρόκειται για μια κατάσταση του πραγματικού κόσμου με τη βοήθεια της τεχνολογίας και των προσομοιώσεων με στόχο την αλληλεπίδραση του ατόμου με τον υπολογιστή (Steuer, 1992). Όπως χαρακτηριστικά

υποστηρίζει ο Rheingold (1990), μέσω της Ε.Π. επιτρέπεται στο άτομο να εμβυθιστεί μέσα σε ένα εικονικό κόσμο που ταυτίζεται με τον πραγματικό κόσμο με τη συμβολή μιας τρισδιάστατης αναπαράστασης στηριζόμενη στα γραφικά που δημιουργούνται από τους Η/Υ. Οι χρήστες με τη βοήθεια της φαντασία τους, έχουν την αίσθηση ότι βρίσκονται πραγματικά μέσα στο περιβάλλον αυτό και ενεργούν όπως ακριβώς θα έκαναν και στον πραγματικό κόσμο. Χρησιμοποιούν τις εμπειρίες τους και πραγματοποιούν μια ενεργητική εξερεύνηση, αφού μπορούν να δουν, να ακούσουν, να αγγίξουν, να δημιουργήσουν και να επεξεργαστούν αντικείμενα, όπως θα έκαναν στην πραγματικότητα. Προς αυτήν την κατεύθυνση ο Wickens (1992) υποστηρίζει ότι η Ε.Π. έχει μια ιδιαίτερη αξία ως μέθοδος παρακίνησης, αφού μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό διδακτικό περιβάλλον το οποίο μεταφέρει στοιχεία, γεγονότα ή καταστάσεις της πραγματικότητας, χρησιμοποιώντας μια διαφορετική οπτική προσέγγιση, η οποία όμως προσφέρει στο χρήστη της μια «φυσική» διεπαφή και παρουσία στο χώρο.

## 1.2. Χαρακτηριστικά της Εικονικής Πραγματικότητας

Η Ε.Π. στην ουσία είναι ένας κόσμος χωρίς υλική υπόσταση, δηλαδή μια τεχνητή τρισδιάστατη απεικόνιση υψηλού επιπέδου στην οποία μπορεί κανείς να δημιουργήσει διαφορετικές συνθετικές πραγματικότητες, βασιζόμενος σε τρία βασικά χαρακτηριστικά: immersion, interaction και imagination (εμβύθιση, αλληλεπίδραση, φαντασία, "3i"). Αυτό που κάνει την Ε.Π. να ξεχωρίζει από τα συμβατικά συστήματα είναι το γεγονός ότι επικεντρώνεται στον άνθρωπο και βασίζεται στις αισθήσεις του προκειμένου να οργανωθεί (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001). Όσον αφορά τα τρία βασικά χαρακτηριστικά της Ε.Π. ("3i") επιγραμματικά αναφέρονται στα εξής (Κόκοτος, 2007):

- **Εμβύθιση (immersion):** είναι ο βαθμός ένταξης του ατόμου στον εικονικό κόσμο, δηλαδή η ψευδαίσθηση της ύπαρξης του σ' αυτόν, αδιαφορώντας για τα εξωτερικά ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου.
- **Αλληλεπίδραση (interaction):** είναι βασικό χαρακτηριστικό της Ε.Π., αφού αν δεν υπάρχει αλληλεπίδραση του ατόμου με το χώρο δεν ανήκει σε αυτήν την κατηγορία. Αν δεν υπάρξει αμεσότητα και ταύτιση του ατόμου και του χώρου, δηλαδή αν δεν υπάρξει αντίδραση του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις κινήσεις του χρήστη, δεν υπάρχει Ε.Π.

- **Φαντασία (imagination):** μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον δεν παρουσιάζονται μόνο αντικείμενα που βρίσκονται στην πραγματικότητα· αντίθετα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αφήσει τη φαντασία του ελεύθερη.

Οι τρισδιάστατοι εικονικοί κόσμοι πολλών χρηστών είναι μια δικτυωμένη εικονική πραγματικότητα στην οποία πολλοί χρήστες μετακινούνται και αλληλεπιδρούν σε προσομοιωμένους 3D χώρους. Μέσα στο 3D περιβάλλον, οι χρήστες αναπαρίστανται ως avatar και αλληλεπιδρούν με άλλους χρήστες, αλλά και το περιβάλλον. Κάθε εφαρμογή παρέχει τρία σημαντικά χαρακτηριστικά: ένα διαδραστικό τρισδιάστατο περιβάλλον, avatars που χρησιμεύουν ως οπτικές αναπαραστάσεις των χρηστών, καθώς και ένα διαδραστικό εργαλείο επικοινωνίας για τους χρήστες, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους (Dickey, 2005). Έτσι, ο εικονικός χαρακτήρας (avatar) που έχει επιλέξει ο χρήστης να δημιουργήσει, σταδιακά αποκτά χαρακτηριστικά του ίδιου του ατόμου, είτε στην μορφή είτε στον τρόπο που συμπεριφέρεται. Ο χρήστης αποκτά μια διπλή υπόσταση, βιολογική και εικονική, με την οποία συμμετέχει σε διάφορα κοινωνικά εικονικά περιβάλλοντα προβάλλοντας τον εαυτό του στους άλλους και αλληλεπιδρά μαζί τους.

Αυτό που όλοι οι ερευνητές αναφέρουν είναι το γεγονός ότι η Ε.Π. ορίζεται κάθε φορά από την ίδια την εμπειρία του χρήστη. Η εμπύθιση σε ένα εικονικό περιβάλλον καθιστά δυνατό στους χρήστες να βιώσουν αυτό που μαθαίνουν με ένα εντελώς νέο τρόπο. Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να προσομοιώνουν τα αντικείμενα και τις δράσεις που συμβαίνουν στον πραγματικό κόσμο. Αλλά κυρίως, τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να μετατρέψουν σε ορατές μορφές, έννοιες και διαδικασίες που είναι άυλες και αόρατες στον πραγματικό κόσμο (Winn, 1997). Ο δεύτερος παράγοντας είναι η αλληλεπίδραση που προσφέρουν τα εικονικά περιβάλλοντα. Μια μελέτη από τον Byrne (1996) πρότεινε ότι η αλληλεπίδραση είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στη διευκόλυνση της μάθησης από ό,τι η εμπύθιση για ορισμένα είδη εργασιών. Οι εκπαιδευτικοί τεχνολόγοι πάντα κατανοούσαν ότι ένας μαθητής πρέπει να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον για να υπάρξει μάθηση. Ο Psotka (1995) επισημαίνει ότι η φυσικότητα των αλληλεπιδράσεων με τα αντικείμενα σε ένα εικονικό περιβάλλον καθιστά την αλληλεπίδραση πολύ ευκολότερη και ως εκ τούτου είναι πιο χρήσιμη από ό,τι σε άλλους τύπους περιβάλλοντος. Ο τρίτος παράγοντας που συμβάλλει στα εικονικά περιβάλλοντα είναι ότι οι μαθητές τα βρίσκουν άκρως ελκυστικά και επομένως επιθυμούν να συμμετέχουν σ' αυτά (Bricken & Byrne, 1993, Winn, 1997). Ο Winn (1997) εξήγησε ότι ένας από τους λόγους που

συμβαίνει κάτι τέτοιο είναι η μοναδικότητα της εμπειρίας και της ενδυνάμωσης που προσφέρει στους χρήστες, ώστε να δίνουν την εντολή στον υπολογιστή και να τον ελέγχουν κάνοντας ό,τι αυτοί θέλουν με πολύπλοκους και εξελιγμένους τρόπους.

Προκειμένου, επομένως, να υπάρξει Ε.Π. είναι σημαντικό να αναφερθούν κάποια βασικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την εφαρμογή της. Κατά πρώτον, είναι απαραίτητες οι αισθητηριακές οπτικές, ακουστικές και απτικές διεπαφές, οι οποίες δεν είναι τίποτα άλλο από τις συσκευές εκείνες που «εμβυθίζουν» το χρήστη στο εικονικό περιβάλλον, χωρίς να μπορεί να δέχεται ερεθίσματα από το πραγματικό κόσμο. Στη συνέχεια, υπάρχουν οι διεπαφές διάδρασης, οι οποίες μαζί με τις αισθητηριακές προσφέρουν ποικίλες επιλογές στο χρήστη έτσι ώστε να κινηθεί όπως θέλει στο χώρο. Έπειτα, υπάρχουν τρία σημαντικά συστήματα: το σύστημα γραφικής απεικόνισης (rendering system), το οποίο είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία στιγμιότυπων μέσα στον κόσμο, το σύστημα εντοπισμού και ιχνηλάτησης (tracking system), το οποίο έχει ως αντικείμενο του τον εντοπισμό της θέσης και του προσανατολισμού του χρήστη και των αντικειμένων οποιαδήποτε στιγμή και αν ζητηθεί, και τέλος το σύστημα κατασκευής και διατήρησης βάσης δεδομένων (database construction and maintenance system), το οποίο έχει το ρόλο της κατασκευής και της χρήσης ενός λεπτομερούς μοντέλου του κόσμου που αναπαρίσταται από το σύστημα (Durlach & Mavor, 1995, Brooks, 1999).

### **1.3. Είδη εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας**

Η Ε.Π. μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια μορφή διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή που χαρακτηρίζεται από μια περιβαλλοντική προσομοίωση, η οποία ελέγχεται εν μέρει μόνο από το χρήστη (Spring, 1991), ενώ ταυτόχρονα απαιτεί τέτοιο υλικό και λογισμικό που να παρέχει μια αίσθηση εμπύθισης, πλοήγησης και χειρισμού στο χρήστη (Helsel, 1992). Οι τεχνολογίες Ε.Π. έχουν διαμορφώσει ένα νέο τοπίο στα χρόνια που μεσολάβησαν προσφέροντας μοναδικές απόψεις σχετικά με τους κύριους στόχους της κατάρτισης και της εκπαίδευσης. Αυτό που διακρίνει τις τεχνολογίες Ε.Π. από όλες τις προηγούμενες τεχνολογίες είναι η αίσθηση της αμεσότητας και του ελέγχου που δημιουργείται από την εμπύθιση αυτή, η αίσθηση δηλαδή του «να βρίσκεται κανείς εκεί» διαθέτοντας μια άλλη οπτική προσέγγιση (Psotka, 1995).

Γενικά, τα περιβάλλοντα αυτά διακρίνονται από τη μία σε συστήματα εμπύθισης (immersive), κατά τα οποία ο χρήστης, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό (π.χ. στερεοσκοπικά κράνη, γάντια δεδομένων) απομακρύνεται σταδιακά από τον πραγματικό κόσμο



και εμβυθίζεται στον εικονικό, και από την άλλη σε συστήματα - παράθυρα στον εικονικό κόσμο, κατά τα οποία τα εικονικά περιβάλλοντα αναπαρίστανται στην οθόνη του υπολογιστή. Από λειτουργικής άποψης, οι εφαρμογές της Ε.Π. διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: στις παθητικές, κατά τις οποίες οι χρήστες κινούνται απλά στο εικονικό περιβάλλον χωρίς, όμως, να μπορούν να το ελέγξουν, στις εξερευνητικές, όπου οι χρήστες μπορούν να κινηθούν ελεύθερα στο χώρο, χωρίς όμως πάλι να μπορούν να επέμβουν στα δρώμενα και τέλος στις αλληλεπιδραστικές, οι οποίες, όπως υπονοεί και το όνομά τους, δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να αλληλεπιδράσουν με τα αντικείμενα που βρίσκονται στον εικονικό κόσμο και να τα τροποποιήσει σύμφωνα με τις προτιμήσεις του (Μικρόπουλος, 1998, Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

Στην ελληνική βιβλιογραφία, οι Κόμης και Μικρόπουλος (2001), οι Δημητριάδης κ.ά. (2008), αλλά και οι Φωκίδης και Τσολακίδης (2011, 2013) διακρίνουν τα είδη εφαρμογών της Ε.Π. σε κατηγορίες ανάλογα με διάφορα κριτήρια ως εξής:

- 1. Δικτυακή-βασισμένη σε κείμενο Ε.Π.** (*M.U.D.'s, Multi-User Dungeons* και *M.O.O.'s, MUD Object Oriented*). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι εικονικοί κόσμοι πραγματικού χρόνου που στηρίζονται στη χρήση του κειμένου αντί των γραφικών, επιτρέποντας μεγάλη συμμετοχή ατόμων με τη δημιουργία κοινοτήτων μεταξύ τους. Αρχικά είχαν δημιουργηθεί για παιχνίδια ευρείας κλίμακας, όπου ο κάθε παίχτης διαδραμάτιζε και από έναν ρόλο αναπτύσσοντας έτσι κώδικες κοινωνικής συμπεριφοράς. Με τη χρήση του συγκεκριμένου είδους Ε.Π. ενισχύεται η γραφή και η ανάγνωση, ωστόσο συχνά δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι στόχοι με αποτέλεσμα να περιφέρονται οι χρήστες ανούσια στο χώρο. Η έλλειψη συγκεκριμένης δομής, αλλά και η απουσία οπτικοακουστικής παρουσίασης του κόσμου αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες της εκπαιδευτικής διαδικασίας και γι' αυτό το λόγο δεν θεωρείται το συγκεκριμένο είδος πλήρες εκπαιδευτικό περιβάλλον.
- 2. Επιτραπέζια Ε.Π.** (*Desktop Virtual Reality*). Στην κατηγορία αυτή, το εικονικό περιβάλλον προβάλλεται σε μια τυπική οθόνη Η/Υ με δυνατότητα υποστήριξης εξειδικευμένων περιφερειακών συστημάτων πλοήγησης στον τρισδιάστατο εικονικό χώρο και χρήσης ειδικών στερεοσκοπικών γυαλιών ή κράνους. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο είδος θεωρείται από πολλούς ως η φυσική συνέχεια των εφαρμογών πολυμέσων. Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της είναι το προσιτό

κόστος, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια απλή οθόνη με υψηλή ανάλυση και καλή ποιότητα γραφικών, ενώ η χρήση του διαδικτύου μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στους χρήστες εισέλθουν σε δικτυακούς κόσμους. Από την άλλη, ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της είναι το γεγονός ότι δεν προσφέρει περιφερειακή όραση, με αποτέλεσμα ο χρήστης να μην οδηγείται σε μεγάλο βαθμό εμπύθισης, το οποίο θεωρείται ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά για να υπάρξουν γνωστικά αποτελέσματα.

- 3. Ημι-εμβυθισμένη ή προβαλλόμενη εικονική πραγματικότητα (*Semi immersive/ Projected Virtual Reality*).** Στη συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν τα λεγόμενα συστήματα C.A.V.E., τα οποία λειτουργούν όπως ο κινηματογράφος με την εικόνα να προβάλλεται παντού γύρω από το χρήστη, τόσο στους τοίχους, όσο και στο δάπεδο και την οροφή. Οι εικόνες που προβάλλονται αναπαριστούν απόψεις του εικονικού κόσμου και έτσι ο χρήστης έχει έντονη την αίσθηση της παρουσίας του στο χώρο, δίνοντας μεγαλύτερη αίσθηση εμπύθισης που είναι σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης. Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι το κόστος, αλλά και το γεγονός ότι υπάρχει ομαδική συμμετοχή χρηστών στον ίδιο χώρο η οποία μπορεί εύκολα να αποπροσανατολίσει τους συμμετέχοντες.
- 4. Πλήρως εμβυθισμένη εικονική πραγματικότητα (*Fully-immersive Virtual Reality*).** Σε αυτό το είδος ο χρήστης έχει εμβυθιστεί πλήρως στον εικονικό κόσμο με αποτέλεσμα να μην έχει καμία επαφή με τον πραγματικό, αφού όλες του οι ενέργειες λαμβάνουν χώρα εντός του εικονικού κόσμου απ' όπου και δέχεται όλα τα ερεθίσματα. Συνήθως, σε αυτά τα περιβάλλοντα ο χρήστης χρησιμοποιεί κράνος (HMD – Head Mounted Display) στο οποίο και προβάλλονται οι εικόνες του συνθετικού περιβάλλοντος, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να χρησιμοποιεί και άλλες συσκευές για να πραγματοποιεί διάφορες ενέργειες, όπως για την ανίχνευση της θέσης του χρήστη χρησιμοποιεί συσκευές εντοπισμού θέσης (trackers), ή για να αλληλεπιδράσει με τα αντικείμενα του περιβάλλοντος χρησιμοποιεί ειδικών γαντιών (data gloves). Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι, αφενός ο βαθμός αλληλεπίδρασης είναι ιδιαίτερα υψηλός, όπως ακριβώς και το κόστος, αφού η χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων υψηλής ακρίβειας και ποιότητας είναι λογικό να κοστίζουν, και αφετέρου ενδέχεται

να υπάρξουν και προβλήματα υγείας από τη χρήση αυτών των συσκευών, κυρίως των H.M.D.

- 5. Μεικτή ή ενισχυμένη πραγματικότητα (*Augmented Reality*).** Πρόκειται για ένα σύστημα Ε.Π., το οποίο συσχετίζει την πραγματικότητα με το εικονικό περιβάλλον που δημιουργεί ο Η/Υ, βελτιστοποιώντας την αίσθηση του ρεαλισμού. Η συγκεκριμένη κατηγορία χρησιμοποιεί απομακρυσμένους αισθητήρες του πραγματικού κόσμου, για να μεταφέρει τις συνθήκες του πραγματικού περιβάλλοντος στο εικονικό. Ειδικότερα, ο χρήστης κινείται σε έναν κόσμο, όπου παρουσιάζονται πραγματικά αντικείμενα με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει ακόμη και αν βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση ή σε εξαιρετικά επικίνδυνα φυσικά περιβάλλοντα, όπως π.χ. το διάστημα. Επομένως, σε ένα τέτοιο σύστημα αφενός είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εντοπιστεί με ακρίβεια η θέση του αντικειμένου αλλά και του χρήστη, και αφετέρου το κόστος είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Σε γενικές γραμμές, τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει ένα σύστημα Ε.Π., ανεξάρτητα από το είδος στο οποίο ανήκει, είναι το γεγονός ότι ο χρήστης μπορεί να κινείται ελεύθερα στο χώρο σε πραγματικό χρόνο και ότι έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται, να ελέγχει και να μεταβάλλει τα αντικείμενα που βρίσκονται στον εικονικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

## Κεφάλαιο 2: Χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

### 2.1. Εισαγωγή

Η εισαγωγή των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, άλλαξε ριζικά τον τρόπο που οι εκπαιδευτικοί πραγματοποιούν τη μαθησιακή διαδικασία, αφού καλούνται να εφαρμόσουν τις δυνατότητες που τους προσφέρει η Πληροφορική στην εκπαιδευτική πράξη, υιοθετώντας νέους τρόπους διδασκαλίας, πιο εποικοδομητικούς και αποτελεσματικούς από την παραδοσιακή μέθοδο (Παπαδοπούλου & Κοτρίδης, 2010). Παράλληλα με την ανάπτυξη των νέων εργαλείων για την εκπαίδευση, έχει πραγματοποιηθεί μια επιστημολογική στροφή στα παραδείγματα της διδασκαλίας από μια αντικειμενιστική προοπτική σε μια κονστρουκτιβιστική προοπτική. Κεντρικό ρόλο σε μια κονστρουκτιβιστική θεωρητική σκοπιά είναι η πεποίθηση ότι η γνώση κατασκευάζεται, δεν μεταδίδεται, και οι μαθητές παίζουν ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία (Jonassen, 1999).

Ο κονστρουκτιβισμός αποτελεί στις μέρες μας ένα από τα βασικότερα μοντέλα στο σχεδιασμό σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού, το οποίο έχει ως απώτερο στόχο την παροχή αυθεντικών μαθησιακών δραστηριοτήτων, την ενθάρρυνση της έκφρασης και της προσωπικής εμπλοκής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και την κοινωνική αλληλεπίδραση των ατόμων (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001). Έτσι, σύμφωνα με τις Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης, για το σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή υπάρχει μια βασική αρχή στην οποία καλούνται να στηριχθούν, δηλαδή στο ότι η γνώση του κόσμου οικοδομείται από το άτομο και μέσα από την αλληλεπίδραση του με τον κόσμο έχει τη δυνατότητα να ελέγξει, να τροποποιήσει και να εμπλουτίσει τις γνωστικές του αναπαραστάσεις (Κόμης, 2004). Σε ότι αφορά την αλληλεπίδραση του μαθητή με το λογισμικό, ο μαθητής μπορεί να επιλέξει τον τρόπο με τον οποίο θα μελετήσει την ύλη του (learning at my own pace) και να δοκιμάσει τις εμπειρίες και τις γνώσεις του όπου εκείνος το κρίνει απαραίτητο (Anderson et al., 1998, Πόρποδας, 2000).

Με αυτόν τον τρόπο, τα μαθησιακά περιβάλλοντα τα οποία χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ, συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου, στην αλλαγή των ιδεών και στη γεφύρωση του χάσματος που υπάρχει ανάμεσα στις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο σχολικό χώρο και στις αυθεντικές πολιτισμικές δραστηριότητες (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001). Οι Θεωρίες της Συμπεριφοράς, συνήθως χρησιμοποιούν λογισμικά που επικροτούν τη λογική της θετικής ενίσχυσης (με ήχους, εικόνες κλπ.) και ακολουθείται συνήθως γραμμική πορεία,

κατανεμημένη σε επάλληλα στάδια κλιμακούμενης δυσκολίας. Κάθε μαθητής εργάζεται σύμφωνα με το δικό του ρυθμό ανάπτυξης, ενώ ο Η/Υ αναλαμβάνει το ρόλο του εκπαιδευτικού, ο οποίος μεταδίδει ή ελέγχει το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. Σημαντικό ρόλο σε αυτά τα λογισμικά διαδραματίζει το δικαίωμα του μαθητή να κάνει λάθος, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει άμεση αξιολόγηση των όσων πραγματοποιεί, αλλά και εξατομίκευση και επίτευξη των επιτυχιών που ενισχύουν το αυτοσυναίσθημα. Όσον αφορά τα λογισμικά που αξιοποιούνται στις κοινωνικο-πολιτισμικές θεωρίες, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις συνεργατικές και συμμετοχικές στρατηγικές μάθησης, όπου στα πλαίσια της σχολικής ομάδας αναπτύσσεται η επικοινωνία, η συνεργασία και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Για να προωθηθεί η κατασκευή της γνώσης, οι μαθητές θα πρέπει να έχουν ευκαιρίες για εξερεύνηση και επιρροή του μαθησιακού περιβάλλοντος (Jonassen, 1992). Τα κονστρουκτιβιστικά περιβάλλοντα μάθησης πρέπει, επίσης, να περιλαμβάνουν ευκαιρίες διαλόγου μεταξύ των μαθητών. Η συνομιλία και ο λόγος ενισχύουν τη συνεργασία και στηρίζουν την κοινωνική διαπραγμάτευση στη μάθηση (Vygotsky, 1978, Lave & Wenger, 1991, Jonassen, 1999). Αυτό με τη σειρά του, επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να μοιραστούν τις πληροφορίες, να δοκιμάσουν αντιλήψεις, και να προβληματιστούν σχετικά με τη μάθηση (Duffy & Cunningham, 1996, Jonassen, 1999). Επιπλέον, τα κονστρουκτιβιστικά περιβάλλοντα μάθησης θα πρέπει να παρέχουν πρότυπα και υποδείγματα για την προώθηση της ανάπτυξης δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, καθώς και εργαλεία για τη συλλογή πληροφοριών, έτσι ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να έχουν γρήγορη πρόσβαση σε σχετικές πληροφορίες (Jonassen et al., 1999).

Εδώ ακριβώς έγκειται η σημαντικότητα της Ε.Π. Η Ε.Π. δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργούν, να διαχειρίζονται και να επεξεργάζονται τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα, ενθαρρύνοντας με αυτόν τον τρόπο τους μαθητές να εκφράσουν τις προσωπικές τους σκέψεις για τον κόσμο, αλλά και να δομήσουν τη γνώση τους, και έτσι η όλη διαδικασία μάθησης να γίνει πιο αποτελεσματική (Κολιάδης, 1997). Προς αυτήν την κατεύθυνση, η Ε.Π. θεωρείται κατάλληλο εργαλείο και υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους η τεχνολογία της Ε.Π. συμβάλλει στη μάθηση. Αυτού του είδους οι δραστηριότητες βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν, να διατηρήσουν, αλλά και να γενικεύσουν τις νέες τους γνώσεις, αφού εμπλέκονται ενεργά στην κατασκευή αυτής της γνώσης μέσα στο μαθησιακό περιβάλλον (Javidi, 1999).

Η Ε.Π. δεν πρέπει να θεωρηθεί απλώς ως μια άλλη τεχνολογία για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, αλλά αντίθετα παρέχει ένα ριζικά διαφορετικό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ του υπολογιστή και του ατόμου, μεταξύ συμβολικής μορφής και νοητικής αναπαράστασης, αλλά και μεταξύ συνεργατών σε εννοιολογικούς κόσμους. Η Ε.Π. αντικαθιστά την αλληλεπίδραση με εμπύθιση, την απλή δισδιάστατη επιφάνεια εργασίας με έναν ολόκληρο κόσμο και τον άμεσο χειρισμό με τη συνύπαρξη (Psotka, 1995). Αυτό που κάνει ιδιαίτερα σημαντική την εφαρμογή της Ε.Π. στην εκπαίδευση έγκειται στο γεγονός ότι η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός συστήματος Ε.Π. για εκπαιδευτικές εφαρμογές εστιάζει στις γνωστικές, πνευματικές, κοινωνικές και συναισθηματικές διεργασίες του μαθητή (Μικρόπουλος, 1998).

Τα εικονικά περιβάλλοντα, με την έλευση του Διαδικτύου, έδωσαν τη δυνατότητα στους ανθρώπους να συνδυάζουν δυνατότητες απομακρυσμένης σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας, αλλά και την αίσθηση της κοινής παρουσίας και της ενεργούς συμμετοχής των εμπλεκομένων. Οι χρήστες βλέποντας τον εαυτό τους μέσα στον εικονικό κόσμο και αλληλεπιδρώντας με τους υπόλοιπους χρήστες, αποκτούν μια βιωματική αίσθηση «συνύπαρξης» σε ένα κοινό χώρο. Σε αυτό που διαφοροποιούνται οι εικονικοί κόσμοι από τα μαζικά παιχνίδια ρόλων, είναι το γεγονός ότι οι χρήστες δεν ψυχαγωγούνται απλά, αλλά έχουν τη δυνατότητα να εργαστούν και να εκπαιδευτούν. Αυτές οι δυνατότητες της Ε.Π. προσφέρουν μια νέα προοπτική τόσο στην εξ αποστάσεως, όσο και στη μικτή εκπαίδευση. Η Ε.Π. ως μια τεχνολογία στην εκπαίδευση, επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να συμμετέχουν σε κοινότητες πρακτικής, και ως εκ τούτου να μεταπηδήσουν από το καθεστώς του αρχάριου στη σφαίρα του εμπειρογνώμονα. Η προσομοίωση του κόσμου στον οποίο ο μαθητής κινείται προς την πλήρη συμμετοχή αποτελεί ένα ισχυρό περιβάλλον για την κατανόηση, αλλά και τη μεταφορά των εννοιών σε νέες συνθήκες (Hedberg & Alexander, 1994).

Το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ ανέφερε ότι οι εικονικοί κόσμοι έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον τομέα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης, αφού οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο σε εικονικές κοινότητες (NSF, 2008). Αυτό γιατί, μπορούν να συναναστρέφονται με άλλους, να κατασκευάσουν αντικείμενα και να τα μοιραστούν, να προσαρμόσουν τμήματα του κόσμου, να κάνουν διαλέξεις, πειράματα, ή να μοιραστούν δεδομένα (Farahmand, et al., 2013). Όπως αναφέρεται, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα *«με τη βοήθεια καλών οδηγιών που βασίζονται στον υπολογιστή, να εισέλθουν σε νέους κόσμους μέσα από τις εικόνες της οθόνης τους και να μάθουν*

*από αυτές τις εμπειρίες. Αυτή η πληροφορία εμφανίζεται στην οθόνη στα παιδιά ως ενδιαφέρουσα, πολύχρωμη και σε προκλητική μορφή αφού επιτρέπει την ενεργό συμμετοχή, ενώ αντανακλά το ρυθμό εργασίας τους και ρυθμίζει τα επίπεδα δυσκολίας με τις δεξιότητες τους» (Byrne, 1993).*

## **2.2. Θετικά χαρακτηριστικά χρήσης Εικονικής Πραγματικότητας**

Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη χρήση της Ε.Π. στην εκπαίδευση, διαπιστώθηκε ότι τα διαδραστικά τρισδιάστατα περιβάλλοντα υποστηρίζουν κονστρουκτιβιστικές δραστηριότητες μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν άμεσα με πληροφορίες, αφού οι ίδιοι, πλέον, ενδιαφέρονται να μάθουν (Bricken & Byrne, 1993, Dede, 1995, Winn, 1997). Ο Winn (1993) υποστηρίζει ότι οι πληροφορίες που διδάσκονται στα σχολεία παρουσιάζονται συχνά ως «συμβολικές εμπειρίες τρίτου πρόσωπου», ενώ στην πραγματικότητα το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών που μαθαίνει κανείς είναι αποτέλεσμα μη συμβολικών εμπειριών πρώτου πρόσωπου. Έτσι, η Ε.Π. μπορεί να συμβάλει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της βιωματικής μάθησης και της πρόσληψης των πληροφοριών (Dickey, 2005).

Έχοντας οι μαθητές κατασκευάσει το δικό τους εικονικό περιβάλλον, τους δίνεται η δυνατότητα να μάθουν από το περιεχόμενο του (Osberg, 1997). Η οικοδόμηση ενός τέτοιου περιβάλλοντος απαιτεί από τους μαθητές να κατασκευάσουν τη γνώση από τον τομέα της γνώσης που το ενσαρκώνει. Το εικονικό περιβάλλον είναι μια προβολή της κατανόησης των μαθητών ή των νοητικών τους μοντέλων, σ' έναν ολόκληρο κόσμο που οι ίδιοι έχουν δημιουργήσει (Winn, et al., 1997). Κατασκευάζοντας ένα εικονικό περιβάλλον χρησιμοποιούνται αυτές οι γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες, οι οποίες προκύπτουν και αναδεικνύονται όταν ένας μαθητής κάνει οποιαδήποτε φυσική κατασκευή (Harel & Papert, 1991, Javidí, 1999). Έτσι, ο χρήστης που αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον, συνήθως, επιλέγει να πραγματοποιήσει ενέργειες και κινήσεις οι οποίες μοιάζουν με εκείνες που θα εκτελούσε στην καθημερινότητα του. Ο άνθρωπος, εξαιτίας της συγκεκριμένης εγκεφαλικής κατασκευής που έχει, μπορεί να αναγνωρίσει πρότυπα (patterns) και να αλληλεπιδράσει με τρισδιάστατα αντικείμενα που υπάρχουν στο χώρο (Κόκοτος, 2007).

Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί διαπιστώθηκε ότι τόσο η αίσθηση της παρουσίας, όσο και οι δραστηριότητες σε εικονικά περιβάλλοντα ενισχύουν και προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η εκπαιδευτική διαδικασία πιο

αποτελεσματικά (Mikropoulos, Katsikis, & Chalkidis, 1995, Πιντέλας, κ.ά., 1998, Νικολού, Μικρόπουλος, & Κατσίκης, 1998, Youngblut, 1998, Mikropoulos & Natsis 2011). Παράλληλα, ο Andolsek (1995) αναφέρει πως οι εικονικοί κόσμοι είναι τόσο ελκυστικοί, που εμβυθίζουν το μαθητή εξ ολοκλήρου, διανοητικά και συναισθηματικά, καθιστώντας αδύνατη την παθητικότητα. Αν η μάθηση γίνει πιο ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική, οι μαθητές μπορούν να συνεχίσουν να ασχολούνται με μια δραστηριότητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι Bricken & Byrne (1993) υποστηρίζουν ότι αφού η Ε.Π. βάζει τους μαθητές σε ένα 3D οπτικό και ακουστικό περιβάλλον, η αίσθηση που ο εκπαιδευόμενος λαμβάνει είναι διάχυτη και πειστική. Άλλα ερευνητικά ευρήματα δείχνουν ότι η αξία της Ε.Π. για την εκπαίδευση βρίσκεται μέσα στη δυνατότητά της να παρέχει εμπύθιση στο χρήστη είτε σε ρεαλιστικά ή αφηρημένα περιβάλλοντα. Η εμπύθιση επιτρέπει στο χρήστη να βιώσει, να αλληλεπιδράσει και να ανακαλύψει τη ψηφιακή γνώση από πρώτο χέρι, ενώ ο χειρισμός της ποικιλίας του εικονικού κόσμου επιτρέπει στο χρήστη να αναπτύξει οπτικές ή κιναισθητικές σχέσεις που συμβάλλουν στην κατανόηση του πραγματικού κόσμου ή εννοιών που σχετίζονται μ' αυτόν (Javidí, 1999).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η Ε.Π. είναι κατάλληλη όταν το γνωστικό αντικείμενο έχει κάποια επικίνδυνα, ακατάλληλα ή ακόμη και αδύνατα στοιχεία, τα οποία δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στον πραγματικό κόσμο, λόγω φόβου κάποιας ανεπανόρθωτης βλάβης του αντικειμένου ή ακόμη και ρύπανσης του περιβάλλοντος (Pantelidis, 1996, Good, Howland & Thackray, 2008). Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι δίνεται η δυνατότητα σε άτομα με ειδικές ανάγκες να μπορέσουν να μάθουν μέσω εικονικών περιβαλλόντων στοιχεία, γεγονότα ή καταστάσεις που υπό άλλες συνθήκες δεν θα ήταν εφικτό (Charitos, Karanados, Sereti, et al., 2000).

Επιπλέον, σε μελέτη των Bricken και Byrne (1992) αξιολογήθηκε η δυνατότητα της Ε.Π. ως περιβάλλον μάθησης. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι οι μαθητές είχαν εντυπωσιαστεί από την εμπειρία και την εισαγωγή τους στον εικονικό κόσμο τους. Οι μαθητές με κίνητρο την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους σε λειτουργικό επίπεδο με απώτερο στόχο το σχεδιασμό και τη δημιουργία μοντέλων, έδειξαν προθυμία στο να επικεντρωθούν σημαντικά στο τελικό προϊόν, εκφράζοντας έντονη ικανοποίησή για τα επιτεύγματά τους. Η μελέτη αναφέρει επίσης ότι οι μαθητές απέδειξαν ταχεία κατανόηση σύνθετων εννοιών και δεξιοτήτων. Έμαθαν υπολογιστικές έννοιες γραφικών, τεχνικές μοντελοποίησης 3D, και σχεδιαστικές προσεγγίσεις



στη δημιουργία κόσμων. Συνολικά, οι Bricken και Byrne στη μελέτη τους διαπίστωσαν ότι η Ε.Π. αποτελεί ένα συναρπαστικό δημιουργικό περιβάλλον μάθησης (Javidi, 1999).

Αξίζει να αναφερθεί ότι ένα σύστημα Ε.Π. εκμεταλλεύεται και αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά των παιδαγωγικών αρχών και της διδακτικής (Bricken, 1990). Σ' ένα τέτοιο περιβάλλον, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εντάξουν πολυσύνθετα προβλήματα, τα οποία για να επιλυθούν δημιουργούνται ομάδες με στόχο να σχεδιάσουν πειράματα και δραστηριότητες έτσι ώστε να συλλέξουν δεδομένα που είναι απαραίτητα για την επίλυση τους, να προσεγγίσουν νοητικά σχήματα με βιωματικό και ομαδοσυνεργατικό τρόπο, αλλά και να αναπτύξουν νέες δημιουργικές μορφές έκφρασης (Dieterle & Clarke, 2007, Kamel Boulos, et al., 2007). Σχετικές έρευνες (Bricken & Byrne, 1993, Dede, 1995, Winn, 1997) υποστηρίζουν τα παραπάνω, αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι σε ένα εικονικό περιβάλλον μπορούν να δημιουργηθούν εποικοδομιστικές δραστηριότητες, αφού δίνεται η δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους να αλληλεπιδράσουν ουσιαστικά με το γνωστικό αντικείμενο-πληροφορία. Με αυτόν τον τρόπο, ο εκπαιδευόμενος καλείται να κατασκευάσει μέρος της μάθησης του, κάνοντας τη διαδικασία αυτή να είναι σύμφωνη με τις αρχές του κονστрукτιβισμού.

Οι Kluge και Riley (2008) υποστηρίζουν περαιτέρω ότι οι εικονικοί κόσμοι επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να αλλάξουν τη διδασκαλία τους από δασκαλοκεντρική σε μαθητοκεντρική, καθώς οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη δημιουργία, τη συζήτηση και την αλληλεπίδραση με τα εργαλεία σε ένα αυθεντικό πλαίσιο που μοιάζει με πραγματικές καταστάσεις. Οι μαθητές μαθαίνουν σε έναν εικονικό κόσμο μέσω ρόλων, λειτουργώντας με προσομοιωμένο εξοπλισμό, σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας πράγματα, ή αλληλεπιδρώντας με προσομοιώσεις (Antonacci et al., 2008).

Άλλωστε, είναι ευρέως γνωστό ότι σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί διαπιστώθηκε ότι όταν η μάθηση γίνεται ατομικά, χωρίς δηλαδή να υπάρχει η συνεργασία μεταξύ των ατόμων, είναι λιγότερο αποδοτική και αποτελεσματική αφήνοντας αρκετά κενά στους μαθητές (Sharan 1990, Slavin 1991, Slavin 1995). Αντίθετα, όταν χρησιμοποιείται ένα λογισμικό το οποίο προσομοιώνει την πραγματικότητα, όπως ακριβώς κάνει ένας εικονικός κόσμος, τότε προσφέρεται στους συμμετέχοντες μια πιο δημιουργική και ουσιαστική μάθηση, αφού είναι αποτέλεσμα κοινής εμπειρίας. Ταυτόχρονα, τα περιβάλλοντα Ε.Π. μπορούν να υποστηρίξουν περαιτέρω την προώθηση της έννοιας της συνεργατικής μάθησης, όπου οι μαθητές μαθαίνουν μαζί και συχνά ο ένας από τον άλλο (Kitchen & McDougall, 1998, Kemp & Livingstone, 2006,

Minocha & Roberts, 2008, Mikropoulos & Natsis, 2011). Όπου είναι δυνατή η ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ συνομηλίκων, η γνώση εξαπλώνεται γρήγορα και αποτελεσματικά, μαθαίνοντας μέσα σε κοινότητες πρακτικής οι οποίες υποστηρίζονται από συζητήσεις, ιστορίες και πολλές άλλες πτυχές. Άλλωστε, η μάθηση είναι αναπόσπαστο στοιχείο της κοινωνικής πρακτικής (Lave, 1988).

Πολλοί μελετητές (Bricken & Byrne, 1992, Winn, 1993, Pantelidis, 1993, Bricken & Byrne, 1993, Loftin, Engelberg & Benedetti, 1993, Moshell & Hughes 1994, Durlach & Mavor, 1995, Μικρόπουλος, Δήμου & Γκουζίνης, 1997, Girvan & Savage, 2010) θεωρούν ότι το να αξιοποιούνται τέτοια εικονικά περιβάλλοντα στη μαθησιακή διαδικασία προσφέρουν ποικίλα οφέλη στους μαθητές, αφού πρόκειται για μια εμπειρική μάθηση. Άλλωστε, τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν στους μαθητές εργαλεία σκέψης, τα οποία του επιτρέπουν να τα χειρίζεται αυτόνομα και δυναμικά, να αλληλεπιδρά μαζί τους, να πειραματίζεται και να καταλήγει σε συμπεράσματα. Μέσα από τη συνεργασία με άλλα άτομα, ο χρήστης μπορεί να ανταλλάσει απόψεις, να διαπραγματεύεται τις ιδέες του με τους άλλους, αλλά και να ανακαλύπτει νέες εναλλακτικές στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων με τη βοήθεια τους (Παπαδοπούλου & Κοτρίδης, 2010).

Ακόμη, η Ε.Π. θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την προώθηση των δεξιοτήτων και των γνώσεων που μπορούν να εφαρμόσουν οι μαθητές σε πολλούς τομείς. Οι διαδραστικές και συναρπαστικότερες ιδιότητες της Ε.Π δείχνουν τις δυνατότητες της για μια εντελώς νέα μορφή βιωματικής μάθησης (Javidí, 1999). Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν έναν εικονικό κόσμο για να επιτρέψουν στους μαθητές να βιώσουν πως δουλεύουν διάφορες πτυχές ενός συστήματος, όπως είναι η οικονομία. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές μαθαίνουν μέσα από εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, τα οποία είναι πλούσια σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, αλλά και ευκαιρίες για συνεργασία προκειμένου να αναπτυχθούν οι ανώτερες γνωστικές λειτουργίες όπως ο έλεγχος της συμπεριφοράς και η αίσθηση της ταυτότητας (Roblyer & Edwards, 2000, Φωκίδης & Τσολακίδης, 2013). Οι εικονικοί κόσμοι εμπλέκουν τους μαθητές σε *«ένα υψηλότερο επίπεδο γνωστικής σκέψης, όπως την ερμηνεία, την ανάλυση, την ανακάλυψη, την αξιολόγηση, την υποκριτική και την επίλυση προβλημάτων»* (Antonacci et al., 2008, Farahmand, et al., 2013).

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της Ε.Π. είναι ότι οι μαθητές είναι σε θέση να δουν ένα αντικείμενο από πολλαπλές οπτικές γωνίες (Bricken, 1990, Dede et al., 1996, Delwiche,

2006). Οι έρευνες του Dede (1995) αποκαλύπτουν ότι τα εικονικά περιβάλλοντα προσφέρουν πολλά οφέλη, όπως ευκαιρίες για πειραματισμό, χωρίς επιπτώσεις στον πραγματικό κόσμο, ευκαιρίες για «μάθηση με πράξη» (learning by doing), αλλά και τη δυνατότητα να εξατομικεύσουν ένα περιβάλλον. Ομοίως, οι Bricken και Byrne (1993) σημειώνουν ότι η Ε.Π. δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να μάθουν από την αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα, τα οποία, ανάλογα με το περιεχόμενο, μπορεί να οδηγήσουν σε καλύτερη εννοιολογική κατανόηση, το οποίο οφείλεται εν μέρει στη διαφανή διεπαφή που έχει η Ε.Π. (Bricken, 1991). Ο Winn (1997) πιστεύει επίσης ότι η Ε.Π. επιτρέπει σε μερικούς μαθητές να κατανοήσουν έννοιες και αρχές που μέχρι εκείνη τη στιγμή ήταν ασαφείς και πολύπλοκες, προσφέροντας ταυτόχρονα περισσότερα κίνητρα μάθησης.

Ένα από τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την Ε.Π. είναι η απαίτηση για την ενεργό συμμετοχή του μαθητή. Από την ίδια της τη φύση η τρισδιάστατη πτυχή της αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον, δεν αφήνει περιθώρια στον μαθητή να έχει ένα παθητικό ρόλο στην αλληλεπίδραση. Αν και υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενεργούς συμμετοχής σε διαδραστικά περιβάλλοντα πολυμέσων (χρησιμοποιώντας έξυπνες εκπαιδευτικές στρατηγικές), ωστόσο συχνά πολλά διαδραστικά προγράμματα πολυμέσων παρουσιάζουν πληροφορίες με μια μάλλον πεζή στρατηγική (Hedberg & Alexander, 1994).

Παράλληλα, έρευνες δείχνουν ότι η Ε.Π. μπορεί να μειώσει τις αναστολές και να διαλύσει την κοινωνική θέση μεταξύ των χρηστών, ή να ανακατασκευάσει τη κοινωνική κατάσταση βασιζόμενη σε διαφορετικές ιδιότητες (Bruckman, 1998, Dede, 1995, Rheingold, 1993). Αξίζει να αναφερθεί ότι αν στόχος της τεχνολογίας της Ε.Π. που χρησιμοποιείται είναι να αποτελέσει μια συνεχή εμπειρία και όχι εμπειρία της «μιας φοράς», τότε πρέπει να υπάρχει ένα μαθησιακό περιβάλλον που να παρακινεί εγγενώς το συμμετέχοντα να εργαστεί μέσα στο πλαίσιο αυτό, να κατανοήσει τα αντικείμενα και τις ιδιότητές τους, αλλά και το πώς μπορούν να σχετίζονται το ένα με το άλλο (Hedberg & Alexander, 1994).

Σε ένα εικονικό περιβάλλον, οι μαθητές μπορούν να είναι οπτικά πιο ενήμεροι για τους σε απόσταση συμμαθητές τους και να συνομιλούν σε πραγματικό χρόνο μαζί τους. Μπορούν επίσης να λάβουν άμεση ανατροφοδότηση από τους απομακρυσμένους εκπαιδευτικούς τους και να αποκτήσουν την αίσθηση ότι βρίσκονται στην ίδια θέση με τους συνομηλίκους τους, παρά τις απομακρυσμένες φυσικές θέσεις τους (εξ αποστάσεως εκπαίδευση). Αυτά τα κοινά εικονικά περιβάλλοντα διευκολύνουν επίσης την ταυτόχρονη προβολή εκπαιδευτικού υλικού σε

ολόκληρη την τάξη και επιτρέπουν την ενεργή συμμετοχή όλων των ατόμων στις συζητήσεις της ομάδας σχετικά με το μαθησιακό περιεχόμενο την ίδια στιγμή (Monahan, McArdle & Bertolotto, 2008). Ο Dickey (2005) διαπίστωσε ότι τα εικονικά περιβάλλοντα επιτρέπουν στους μαθητές των εξ αποστάσεως μαθημάτων «να συνομιλήσουν και να δημιουργήσουν σε ένα συνεργατικό περιβάλλον λόγω των χαρακτηριστικών που προσφέρει».

Σύμφωνα με τους Winn και Bricken (1992), τον Kalawsky (1996), τους Κόμη και Μικρόπουλο (2001), αλλά και τους Φωκίδη και Τσολακίδη (2011) μερικά από τα σημαντικότερα στοιχεία της χρήσης της Ε.Π. στην εκπαίδευση είναι τα ακόλουθα:

- οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν και να επιστρέψουν στην ίδια θέση επανειλημμένα, δημιουργώντας μια πιο εξελιγμένη κατανόηση των εννοιών και των διαδικασιών.
- η αλληλεπίδραση με τον εικονικό κόσμο θεωρείται έξυπνη, αφού από τη μία οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα με φυσικούς τρόπους, και από την άλλη μπορούν να μελετήσουν πραγματικά αντικείμενα τα οποία υπό άλλες συνθήκες δεν θα μπορούσαν να κατανοηθούν λόγω μεγέθους, θέσης ή ακόμη και των ιδιοτήτων τους.
- η αύξηση της διαφάνειας της διεπαφής βελτιώνει το χειρισμό, και δημιουργεί μια φαινομενική απλότητα για τους χρήστες ώστε να επιτύχουν το στόχο τους.
- τα εικονικά αντικείμενα συμπεριφέρονται με συγκεκριμένους τρόπους, και μπορεί να είναι αφηρημένα ή ρεαλιστικά, ενώ τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν μπορούν να παρέχουν μια συγκεκριμένη εμπειρία για μια αφηρημένη έννοια.
- οι χρήστες μπορούν να δέχονται πληροφορίες, τις οποίες υπό άλλες συνθήκες δεν θα μπορούσαν, για παράδειγμα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να παρουσιαστεί η εξέλιξη ενός φαινομένου το οποίο στην πραγματικότητα απαιτεί εκατοντάδες, χιλιάδες ή ακόμη και εκατομμύρια χρόνια για να ολοκληρωθεί.
- το σύστημα μπορεί να αυτοματοποιήσει κάποιες διαδικασίες, επιτρέποντας στους μαθητές να επικεντρωθούν σε άλλες, και είναι ένας σημαντικό τρόπος επικοινωνίας ατόμων που βρίσκονται σε μακρινές θέσεις δίνοντας τους με αυτόν τον τρόπο την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν στον εικονικό κόσμο.

Η Ε.Π. δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό υλικό στις ανάγκες και το μαθησιακό στυλ του κάθε μαθητή, έτσι ώστε να μπορεί να βιώνει τη δική του εμπειρία, σύμφωνα με το δικό του προσωπικό ρυθμό ανάπτυξης (learning at my own

pace), χωρίς να πρέπει να ακολουθεί τα στενά χρονικά πλαίσια του προγράμματος του σχολείου (Salzman, et al.,1999, Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011). Ακόμη, οι Salzman, κ.ά. (1999) στηριζόμενοι σε διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, αναφέρουν πως τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αφενός τα χαρακτηριστικά της Ε.Π. επηρεάζουν όχι μόνο τη μάθηση, αλλά και την ποιότητα της αλληλεπίδρασης, και τις μαθησιακές εμπειρίες. Αφετέρου οι τρισδιάστατες εμβυθισμένες αναπαραστάσεις μπορούν να προσφέρουν κίνητρα και να υποστηρίξουν τη μάθηση (Javidi, 1999).

Ολοκληρώνοντας, αξίζει να αναφερθεί ότι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της Ε.Π. είναι το γεγονός ότι όλοι οι μαθητές μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν. Για παράδειγμα, πίσω από ένα avatar μπορεί να «κρύβεται» ένα άτομο το οποίο έχει κάποιες βιολογικές ατέλειες που τον κάνουν να αισθάνεται μειονεκτικά στον πραγματικό κόσμο, ή να έχει κάποιες σωματικές αδυναμίες που δεν του επιτρέπουν να βρίσκεται στον πραγματικό χώρο μάθησης. Γι' αυτό το λόγο, ο σχεδιασμός της Ε.Π. πρέπει να γίνεται με προσεκτικό τρόπο, έτσι ώστε να προσελκύει και να διατηρεί αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών προκειμένου να παρακινούνται να οικοδομήσουν τη γνώση μόνοι τους. Άλλωστε, στην εκπαίδευση ένα σωστά οργανωμένο και σχεδιασμένο πλαίσιο προωθεί τη δημιουργία, τη συνεργασία, το διάλογο, την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση, πράγμα που, όπως διαπιστώθηκε προηγουμένως, συμβαίνει με τις εφαρμογές της Ε.Π.

### **2.3. Προβληματισμοί γύρω από τη χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας**

Πέρα όμως από τα θετικά στοιχεία που προκύπτουν από τη χρήση της Ε.Π. στην εκπαίδευση, υπάρχει και η αντίθετη πλευρά, η οποία υποστηρίζει ότι υπάρχουν αρκετά μειονεκτήματα και προβληματισμοί σχετικά με τη χρήση της. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα που αναφέρουν οι μελετητές είναι το γεγονός ότι απουσιάζει η φυσική επαφή, και γι' αυτό το λόγο δημιουργούνται αρκετά ζητήματα, όπως η μικρή δυνατότητα μετάδοσης της μη λεκτικής επικοινωνίας, αλλά και η μειωμένη αντίληψη της ψυχοσυναισθηματικής και βιολογικής κατάστασης των υπόλοιπων συμμετεχόντων, ενώ οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης σε ένα τέτοιο περιβάλλον είναι περιορισμένες συγκριτικά με ένα φυσικό χώρο (Οικονόμου, 2006).

Παράλληλα, αν και η Ε.Π. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδάξει ποικίλες και διαφορετικές έννοιες, παρόλα αυτά απαιτεί πολύ χρόνο και αρκετή προσπάθεια για να φτιαχτεί ένα αξιόλογο περιεχόμενο, ώστε να δημιουργηθεί ένα τέτοιο σύστημα που θα είναι κατάλληλο

να διδάξει έννοιες αποτελεσματικά (Allison, & Hodges, 2000). Έτσι, σύμφωνα με τους Φωκίδη και Τσολακίδη (2013), η Ε.Π. δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η αλληλεπίδραση με πραγματικούς ανθρώπους είναι απαραίτητη, όταν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις διδασκαλίας σε ένα πραγματικό περιβάλλον, ή όταν η χρήση του εικονικού κόσμου ενδέχεται να προκαλέσει σύγχυση στους μαθητές σε σχέση με τον πραγματικό. Άλλωστε, για να επιτευχθεί στο έπακρο η Ε.Π. χρειάζονται συστήματα πλήρους εμπύθισης για τα οποία όμως το κόστος αυξάνεται δραματικά (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011).

Παρά τους πολλούς τεχνολογικούς περιορισμούς, αρκετά περιβάλλοντα Ε.Π. δημιουργούν εύκολα μια συναρπαστική αίσθηση της παρουσίας. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά ψυχολογικά θέματα διασύνδεσης που επηρεάζουν την «εμπύθιση» και τα οποία αποτελούν αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών (Barfield & Weghorst, 1993, Psotka & Davison, 1993, Slater & Usoh, 1993). Ταυτόχρονα, η εμπύθιση ενδέχεται να οδηγήσει σε χαμηλή αυτοεκτίμηση, αισθήματα αναξιότητας και ασημαντότητας, ακόμη και σε αυτοκαταστροφικές πράξεις (Cartwright, 1994). Είναι σαφές ότι ο δύσχρηστος εξοπλισμός και η περιορισμένη κίνηση συχνά προκαλούν κλειστοφοβία και μειώνουν την αίσθηση της «εμπύθισης», ανοίγοντας το δρόμο για την «ασθένεια της προσομοίωσης» (Kennedy, Lane, et al., 1993, Psotka, 1995).

Ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα που προκύπτει κατά τη χρήση της Ε.Π. είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή πρέπει να είναι τεχνολογικά επίκαιρη, ενσωματώνοντας όλες εκείνες τις εξελίξεις που είναι απαραίτητες για τη ρεαλιστική εικόνα του κόσμου. Επιπλέον, απαιτείται πολλαπλάσιος χρόνος για τη δημιουργία μιας τέτοιας εφαρμογής από τον ενδιαφερόμενο, αλλά και εξειδικευμένα μέσα για την υλοποίησή τους, τα οποία δεν είναι ωστόσο προσιτά στον μέσο χρήστη (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011). Κάποιες ακόμη προκλήσεις γύρω από την Ε.Π. είναι οι εξαιρετικά υψηλές τεχνικές απαιτήσεις για τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, η δυσκολία εκμάθησης για τον έλεγχο των ειδώλων, ο κίνδυνος παρενόχλησης, ταπείνωσης, θυματοποίησης, αλλά και η έλλειψη ελέγχου του περιβάλλοντος (Harris & Rea, 2009), ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτική ζωή, την ανωνυμία και την ασφάλεια των χρηστών μέσα στον εικονικό κόσμο (Farahmand, et al., 2013).

Προς αυτήν την κατεύθυνση ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Ασφάλειας Δικτύων και Πληροφοριών (ENISA, 2010) εξέδωσε δεκατέσσερις κατηγορίες κινδύνων που συνδέονται με τους εικονικούς κόσμους, οι οποίοι είναι οι εξής (Farahmand, et al., 2013):

1. κλοπή ταυτότητας ειδώλου και απάτη ταυτότητας, π.χ. κλοπή των διαπιστευτηρίων του λογαριασμού,
2. κίνδυνοι προστασίας της ιδιωτικής ζωής διαδικτυακών μαζικών εφαρμογών πολλαπλών ατόμων, π.χ. αποκάλυψη προσωπικών δεδομένων, λόγω ψευδής αίσθησης ασφάλειας,
3. επιθέσεις αυτοματισμού, π.χ. οι εισβολείς να αποκτήσουν αντικείμενα ή υπηρεσίες δωρεάν,
4. εξαπάτηση, π.χ. παράνομη αντιγραφή αντικειμένων και αθέμιτη χρηματιστηριακή εκμετάλλευση εμπιστευτικών πληροφοριών,
5. παρενόχληση (ganking και λεκτική παρενόχληση),
6. συναλλαγές και οικονομικές κρίσεις, π.χ. χρεώσεων πιστωτικών καρτών,
7. κίνδυνοι πνευματικής ιδιοκτησίας, π.χ. χρήση υλικού με πνευματικά δικαιώματα χωρίς την άδεια του δημιουργού,
8. κίνδυνοι για τους ανηλίκους, π.χ. αποτυχία των τεχνικών επαλήθευσης της ηλικίας,
9. προβλήματα με την ηλεκτρονική επίλυση διαφορών, π.χ. να αποκτήσουν πλεονέκτημα έναντι των άλλων παικτών ή κάτοικων,
10. ανεπιθύμητα μηνύματα,
11. επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών, μη διαθέσιμοι πόροι δικτύου, π.χ. αντικείμενα από αρχεία εντολών και δράσεις ειδώλων κάνουν τον εικονικό κόσμο να μην είναι διαθέσιμος,
12. διακομιστές κακόβουλων παιχνιδιών, π.χ. εικονική ληστεία που προκαλείται από ένα κακόβουλο λογισμικό στον διακομιστή του παιχνιδιού,
13. επιθέσεις σε μηχανήμα του χρήστη μέσω του πελάτη για το παιχνίδι, π.χ. ένα κομμάτι του λογισμικού του δικτύου επιτρέπει σε έναν εισβολέα να ελέγχει το μηχανήμα του χρήστη, και τέλος
14. προβλήματα πρόσβασης και εξουσιοδότησης, π.χ. είδωλα να συνωμοτούν για να εμποδίσουν σωματικά τα άλλα είδωλα.

Ταυτόχρονα, ο Gartner (2007a,b) θεωρεί ότι ορισμένα από τα προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των εικονικών κόσμων έχουν να κάνουν με την ταυτότητα και τη διαχείριση πρόσβασης, την απώλεια της εμπιστευτικότητας, τη σπίλωση του ονόματος και της φήμης, αλλά και τη μείωση της παραγωγικότητας. Παράλληλα, οι χρήστες των εικονικών κόσμων ενδέχεται να εκτίθενται σε θέματα ασφάλειας, όπως η παρενόχληση στον κυβερνοχώρο. Η παρενόχληση στον κυβερνοχώρο μπορεί να οριστεί ως μια «επιθετική, εκ προθέσεως πράξη

που πραγματοποιείται από μια ομάδα ή ένα άτομο, μέσω ηλεκτρονικής επαφής, επανειλημμένα και διαχρονικά εναντίον του θύματος που δεν μπορεί να υπερασπιστεί εύκολα τον εαυτό του» (Smith et al., 2006), ενώ ως cyber stalking ορίζεται «η επαναλαμβανόμενη χρήση του Διαδικτύου, του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ή σχετικών ψηφιακών ηλεκτρονικών συσκευών επικοινωνίας με στόχο την ενόχληση, ή την απειλή ενός συγκεκριμένου ατόμου ή ομάδας ατόμων» (D' Ovidio & Doyle, 2003, Farahmand, et al., 2013).

Ολοκληρώνοντας, αξίζει να αναφερθεί ότι παρά την αυξανόμενη δημοτικότητα των εικονικών κόσμων μεταξύ των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί άργησαν να τους υιοθετήσουν στις τάξεις τους (Kirschner & Selinger 2003). Ένας από τους λόγους για την αργή υιοθέτηση στην τάξη ήταν η ανησυχία των εκπαιδευτικών σχετικά με τους κινδύνους ασφαλείας που εμπλέκονται στο εικονικό περιβάλλον (Kluge και Riley 2008, Farahmand, et al., 2013), αλλά και το γεγονός ότι ο ρόλος τους γίνεται υποστηρικτικός μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον με αποτέλεσμα να πιστεύουν πως θα υπάρχει πρόβλημα τόσο στη διαχείριση του μαθήματος, όσο και στην αξιολόγηση των μαθητών (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011).

#### **2.4. Παραδείγματα εφαρμογών Ε.Π. στην εκπαιδευτική διαδικασία**

Η Ε.Π. είναι μια τεχνική ενδυνάμωσης που ανοίγει πολλούς νέους δρόμους για την εκμάθηση (Pantelidis, 1993). Οι Gay & Santiago (1994) αναφέρουν ότι γυμνάσια έχουν χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά την Ε.Π. για να παρακινήσουν το ενδιαφέρον στην άλγεβρα, τη γεωμετρία, τη φυσική και τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Κάτι τέτοιο συνέβη χρησιμοποιώντας βασικό εξοπλισμό. Η μοναδική ικανότητα που προσφέρει η Ε.Π. στο μίγμα των διδακτικών παιγνιδιών, προσομοιώσεων και μικρόκοσμων είναι η ικανότητα της να δημιουργεί εμπύθιση (Psotka, 1995). Κάποιες από τις πιο γνωστές εφαρμογές εικονικών περιβαλλόντων, αλλά σε πιο εξειδικευμένη μορφή είναι τα Εικονικά Σχολεία και τα Εικονικά Πανεπιστήμια (Κόκοτος, 2007).

Η Ε.Π. μπορεί να έχει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή των μικρόκοσμων για τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών. Ένα τέτοιο παράδειγμα προσφέρουν και οι Bowen Loftin και Chris Dede (1993), οι οποίοι δημιούργησαν ένα εικονικό εργαστήριο Φυσικής χρησιμοποιώντας ένα περιβάλλον Ε.Π. που δημιουργήθηκε από τη NASA για την εκπαίδευση των αστροναυτών της. Το εικονικό εργαστήριο τους επιτρέπει στους μαθητές να διεξάγουν πειράματα σε έναν εικονικό κόσμο, όπου καθημερινά ατυχήματα, διαρθρωτικές ατέλειες και εξωγενείς δυνάμεις, όπως η τριβή, μπορούν να ελεγχθούν ή να απαλειφθούν εντελώς. (Psotka, 1995).



Παράλληλα, οι Slator κ.ά. (1999) διαπραγματεύονται έναν αριθμό εικονικών περιβαλλόντων στην εκπαίδευση σε διάφορους κλάδους της, που κυμαίνονται από τη γεωλογία και την ανθρωπολογία ως τις επιχειρήσεις και τη βιολογία. Για παράδειγμα, περιγράφουν τον Geology Explorer, ένα διαδικτυακό εικονικό κόσμο, όπου οι μαθητές εργάζονται ως γεωλόγοι για να εξερευνήσουν τη γεωλογία ενός υποθετικού πλανήτη. Ταυτόχρονα, αναφέρθηκαν και στο Virtual Cell, το οποίο προάγει τον επαγωγικό συλλογισμό και την επίλυση προβλημάτων μέσω ενός βιο-περιβάλλοντος (Farahmand, et al., 2013).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η καθηγήτρια Veronica Pantelidis και το εργαστήριο VREL του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου East Carolina στην Αμερική δημιουργεί εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα χρησιμοποιώντας κυρίως το λογισμικό Virtus για γνωστικά αντικείμενα, όπως η ανθρωπογεωγραφία, η φυσική και η χημεία, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το εικονικό περιβάλλον για το μόριο του νερού, στο οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί γύρω και μέσα του, να ανακαλύψει τη δομή και το σχηματισμό του, αλλά και να το τροποποιήσει. (Μικρόπουλος, 1998).

Όσον αφορά την Ελλάδα, εργαστήρια που πραγματοποιούν επιστημονική έρευνα στον τομέα της Ε.Π. στην εκπαίδευση είναι τα εξής:

- το Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού του Τμήματος Μαθηματικών του Πανεπιστημίου Πατρών, όπου με την καθοδήγηση του καθηγητή Παναγιώτη Πιντέλα, δημιουργήθηκαν εικονικά περιβάλλοντα μηχανικής για την κατανόηση βασικών αρχών και εννοιών μέσα από εικονικά πειράματα.
- το Εργαστήριο Πολυμέσων και Εικονικής Πραγματικότητας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η δημιουργία εικονικών κόσμων για τη μελέτη του φαινομένου του ευτροφισμού των λιμνών σχετικά με την περιβαλλοντική αγωγή, αλλά και η δημιουργία εικονικών κόσμων για τη μελέτη των φυσικών κυττάρων και της φωτοσύνθεσης σχετικά με τη βιολογία.
- το Εργαστήριο Τεχνολογικά Υποστηριζόμενης Μάθησης του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων Πανεπιστημίου Πατρών. Συγκεκριμένα, η ερευνητική ομάδα «Ψηφιακά Συστήματα και Υπηρεσίες για την Εκπαίδευση και τη Μάθηση» είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη πολλών εφαρμογών, όπως για παράδειγμα το «Εργαλείο Διάθεσης

Ηλεκτρονικών Τάξεων μέσω 3D Εικονικών Κόσμων», που έχει ως στόχο την οργάνωση ηλεκτρονικών μαθημάτων με τη χρήση τρισδιάστατων εικονικών κόσμων (SLOODLE).

- το Τμήμα Τρισδιάστατων Γραφικών και Κίνησης και το Τμήμα Εικονικής Πραγματικότητας του Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού, όπου δημιουργούνται τρισδιάστατες ψηφιακές αναπαραστάσεις και εφαρμογές Ε.Π. διαθέσιμες για το ευρύ κοινό.

### **Κεφάλαιο 3: Έρευνες για τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών – μαθητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα**

Στα πλαίσια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία, διαπιστώθηκε ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες στην Ελλάδα σε ενήλικες, που να αφορούν τις Θετικές Επιστήμες και ειδικότερα στην Αστρονομία. Όπως είναι γνωστό, οι Θετικές Επιστήμες, περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα διαφόρων επιστημών όπως τη Φυσική, τα Μαθηματικά, τη Βιολογία, την Πληροφορική κ.ά. και είναι λογικό να έχουν υλοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με αυτές. Ωστόσο, οι περισσότερες εστιάζουν σε μαθητές θέλοντας να μελετήσουν τις αντιλήψεις τους σχετικά με κάποιο φαινόμενο ή όρο, ενώ όσες αφορούν ενήλικες σχετίζονται με εκπαιδευτικούς όλων των βαθμίδων μελετώντας άλλοτε τη μέθοδο διδασκαλίας και άλλοτε τα μέσα που χρησιμοποιούν στα σχολεία.

Οι αντιλήψεις και οι στάσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με ένα συγκεκριμένο ζήτημα είναι υπεύθυνες για τις δράσεις και τις συμπεριφορές που υιοθετούν, αλλά και τις αποφάσεις που λαμβάνουν (Τζιμογιάννης, 2002). Κάποιες από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε εκπαιδευτικούς, εστιάζουν στις Φυσικές Επιστήμες. Ενδεικτικά η Χαλκιά (2001) που έχει ασχοληθεί με τις αντιλήψεις των νηπιαγωγών αναφέρει χαρακτηριστικά ότι *«οι περισσότερες νηπιαγωγοί εμφανίζουν αρνητική στάση ως προς τις Φυσικές Επιστήμες... και έχουν λανθασμένη αντίληψη σχετικά με τις δυνατότητες αξιοποίησής τους στην προσχολική εκπαίδευση»*. Σε αντίστοιχη έρευνα των Καλλέρη και Ψύλλου (2001), διαπιστώθηκε ότι μόνο το 21,9% των νηπιαγωγών έχει προσεγγίσει έννοιες των Φ.Ε. χρησιμοποιώντας επιστημονικά αποδεκτές θεωρίες.

Σύμφωνα με έρευνα των Χαλκιά και Κωστόπουλο (1997), που εστίασε στις στάσεις και τις απόψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ως προς τον τρόπο με τον οποίο καλύπτονται τα θέματα της Φυσικής από το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τα σχολικά εγχειρίδια, διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν ότι η Φυσική οφείλει να προσεγγίζεται με τον επιστημονικό τρόπο, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατανοήσουν σε βάθος έννοιες, ωστόσο για διάφορους λόγους κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει. Ορισμένοι από τους λόγους αυτούς είναι η υλικοτεχνική υποδομή, το αναλυτικό και το ωρολόγιο πρόγραμμα, καθώς και τα σχολικά εγχειρίδια, που ενισχύουν την παραδοσιακή διδασκαλία και την απλή μετάδοση των γνώσεων στους μαθητές. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί

γνωρίζουν στη θεωρία το σωστό επιστημονικό τρόπο διδασκαλίας της Φυσικής και είναι σύμφωνοι στο να προσπαθήσουν να τον εντάξουν στην διδακτική πράξη. Ομολογούν ότι αξιολογούν τους μαθητές με λάθος κριτήρια, αφού η υψηλή βαθμολογία που ενδέχεται να έχουν δώσει δεν σημαίνει ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές μπορούν να αναγνωρίζουν και να αναλύουν επιστημονικά τα φυσικά φαινόμενα. Κάτι τέτοιο εξηγείται από το γεγονός ότι οι μαθητές οδηγούνται στην απλή απομνημόνευση των εννοιών και των φαινομένων, οπότε και αξιολογούνται αντίστοιχα, δηλαδή στο πόσο καλά απομνημονεύουν. Σε γενικές γραμμές, οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα ανέφεραν ότι θα επιθυμούσαν να χρησιμοποιήσουν πολλαπλές πηγές μελέτης για το μάθημα της Φυσικής και όχι να έχουν ως αποκλειστική πηγή το σχολικό εγχειρίδιο.

Εστιάζοντας περισσότερο στον τομέα της Αστρονομίας, αξίζει να αναφερθεί ότι έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες (Targan, 1987, Lightman et al., 1987, Ojala, 1992, Bisard et al., 1994, Hollingworth & McLoughlin, 2001) σε φοιτητές και ενήλικες, οι οποίες παρουσιάζουν τα προβλήματα και τις δυσκολίες που υπάρχουν στην κατανόηση των εννοιών που εμπεριέχονται την αστρονομία. Πιο συγκεκριμένα, το 55% των ενηλίκων θεωρεί πως ο Ήλιος είναι ένα αστέρι, ενώ το 25% ότι είναι πλανήτης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι από τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών διαπιστώθηκε ότι ακόμη και οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν σε αυτές, σημείωσαν ίδια βαθμολογία στα τεστ που συμπλήρωσαν με τους μαθητές της Β' βάθμιας εκπαίδευσης. Κάτι τέτοιο δείχνει ότι οι γνώσεις και οι πληροφορίες που δέχονται οι μαθητές σχετικά με την αστρονομία, δεν εμπλουτίζονται μετά την εκπαίδευση στο σχολείο (Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007).

Όσον αφορά τους μαθητές, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να ενταχθούν και να αξιοποιηθούν οι αντιλήψεις τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και γι' αυτό το λόγο πραγματοποιούνται περισσότερες έρευνες που μελετούν ακριβώς αυτές τις αντιλήψεις. Η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών, οδήγησε μεταξύ άλλων σε μια σειρά ερευνών (Cohen & Kagan, 1979, Philips, 1991, Βοσνιάδου, 1998, Sneider & Ohadi, 1998, Plait, 2002, Χαλκιά, 2006) που σχετίζονται άμεσα με φαινόμενα και έννοιες της αστρονομίας, όπως το σχήμα της Γης, το ηλιακό σύστημα, τον Ήλιο, τους πλανήτες, τη Σελήνη, τα άστρα, τους αστερισμούς, τους γαλαξίες, το σύμπαν κ.ά. 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 κατανόηση τους.

Έτσι, σε έρευνες που έχουν υλοποιηθεί στο χώρο της διδακτικής των Φ.Ε., διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές συχνά αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων της Φυσικής που εμπεριέχονται στο σχολικά εγχειρίδια. Για παράδειγμα, έρευνες που είχαν ως αντικείμενο 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 σε μεγαλύτερες ηλικίες γνωρίζουν ότι η Γη είναι σφαιρική, αλλά εξακολουθούν να έχουν δυσκολίες στην κατανόηση της κίνησης του Ήλιου και της Σελήνης, αλλά και της περιστροφής των πλανητών (Βοσνιάδου, Αλεξοπούλου, Αρβανίτη, Ευράφη & Λεώβαρη, 1997).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά το σχήμα της Γης, σύμφωνα με τη Βοσνιάδου (1998), διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές είχαν μια δυσκολία στο να κατανοήσουν ότι η Γη είναι σφαιρική και περιβάλλεται από το διάστημα, γεγονός που ενδεχομένως να υποστηρίζεται από το ότι έχουν την αντίληψη ότι η Γη είναι ένα φυσικό αντικείμενο στο οποίο αποδίδουν φυσικές ιδιότητες, όπως στερεότητα και βαρύτητα. Άλλες ενδεικτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη Γη είναι ότι *«είναι επίπεδη-νησί που περιβάλλεται από θάλασσα»*, *«είναι μεγαλύτερη από τον ήλιο»*, *«έχει λίγους κρατήρες γιατί προστατεύεται από τη σελήνη»*, *«δε ζούμε στη Γη, γιατί αυτή βρίσκεται στον ουρανό»* κ.ά. Παράλληλα, όσον αφορά τον Ήλιο, οι μαθητές φαίνεται να έχουν διάφορες απόψεις, αφού συχνά υποστηρίζουν ότι δεν είναι άστρο, δεν περιστρέφεται, είναι φλεγόμενος πλανήτης, μετεωρίτης ή στέρεο σώμα, εξαφανίζεται τη νύχτα και θα διαρκέσει αιώνια.

Άλλες αντιλήψεις μαθητών σχετικά με τις κινήσεις του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης αναφέρουν πως *«η Γη είναι ακίνητη στο κέντρο, ενώ ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν και εκτελούν ευθύγραμμες κινήσεις (πλησιάζουν και απομακρύνονται)»*, *«ο Ήλιος είναι ακίνητος στο κέντρο, ενώ η Γη και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν και εκτελούν κυκλική τροχιά γύρω του»*, *«η Γη στο κέντρο περιστρέφεται γύρω από έναν νοητό άξονα, ενώ ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν ακίνητοι»*, κ.ά. Επιπλέον, όσον αφορά τη δομή του ηλιακού συστήματος, έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές θεωρούν πως *«το ηλιακό σύστημα περιλαμβάνει μόνο τη Γη, τη Σελήνη και τον Ήλιο»*, *«ο Ήλιος είναι στο κέντρο, ενώ η Γη και οι πλανήτες παρατάσσονται στην ίδια τροχιά γύρω από αυτόν»*, *«ο Ήλιος, η Σελήνη και οι πλανήτες*

τοποθετούνται σε μία σειρά το ένα πίσω από το άλλο», κ.ά. (Καλαμπούκας, Μουχταρίδης & Μεσελίδου, 2009).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους πλανήτες διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν αντικρουόμενες απόψεις, αφού ανέφεραν χαρακτηριστικά ότι «είναι πηγές φωτός (αυτόφωτα σώματα)», «δημιουργήθηκαν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και από διαφορετικές αιτίες», «εκσφενδονίστηκαν ως κομμάτια ύλης από τον Ήλιο», ενώ ταυτόχρονα θεωρούν ότι «οι τροχιές των πλανητών είναι κυκλικές», «βρίσκονται μακριά από τον Ήλιο για να μην καίγονται», «είναι ακίνητοι. Βρίσκονται πάντα στην ίδια θέση στο Ηλιακό Σύστημα» και «δεν περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, ή αν περιστρέφονται τότε η περιστροφή διαρκεί 24 ώρες» (Καλαμπούκας, Μουχταρίδης & Μεσελίδου, 2009).

Σε γενικές γραμμές, από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη διδακτική των Φ.Ε., έχει διαπιστωθεί ότι σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, υπάρχουν πολλές παρανοήσεις και δυσκολίες σε σχέση με τα ουράνια φαινόμενα (Baxter 1989). Μέσα από τις έρευνες αυτές, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές συνήθως δεν μπορούν να συνειδητοποιήσουν τις σχέσεις των μεγεθών, ούτε τις αποστάσεις μεταξύ των πλανητών και του Ήλιου. Παράλληλα, δυσκολεύονται στο να κατανοήσουν ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος, ενώ ταυτόχρονα πιστεύουν ότι είναι μοναδικός και ποιοτικά διαφορετικός από τα υπόλοιπα άστρα που υπάρχουν στον γαλαξία μας. Τέλος, παρατηρήθηκε μια ιδιαίτερη δυσκολία στη συσχέτιση του Ήλιου με τη Γη, αλλά και στην κατανόηση του ότι οι πλανήτες αποτελούν ένα σύστημα σωμάτων που περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο σχεδόν με την ίδια φορά (Σπυράτου, 2008).

Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα, το σχήμα και τα σχετικά μεγέθη της Γης, του Ήλιου και της Σελήνης, καθώς και την τοποθέτηση των πλανητών στον κοσμικό χώρο ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία των μαθητών. Κάτι τέτοιο φαίνεται να υποστηρίζουν και οι Κόκκοτας, Ριζάκη, Χαβιάρης, & Χατζή (2002), οι οποίοι παρατηρούν μια σημαντική εξέλιξη στον τρόπο που επεξεργάζονται τις πληροφορίες οι μαθητές και καταλήγουν σ' ένα συλλογισμό που ξεκινάει από ένα «Γεωκεντρικό» και καταλήγει σε ένα «Ηλιοκεντρικό σύστημα». Έτσι, οι αντιλήψεις τους με την πάροδο των χρόνων εξελίσσονται, αλλάζουν και οι μαθητές τελικά οδηγούνται σε ένα επιστημονικό συλλογισμό των εννοιών και των φαινομένων που επεξεργάζονται (Γεωργίου, Τσοβόλας & Ζαγούρας, 2007). Ωστόσο, για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια αλλαγή στις

αντιλήψεις των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να εντοπίσουν και να χρησιμοποιήσουν εκείνα τα εργαλεία και τα μέσα που θα τους βοηθήσουν να οικοδομήσουν τη γνώση μόνοι τους.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας που χρησιμοποιούνται στα σχολεία δεν είναι κατάλληλες για την αντιμετώπιση αυτών των δυσκολιών κυρίως λόγω ανεπαρκούς εξοπλισμού και κατάλληλων εποπτικών μέσων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι γνώσεις να αποκτούνται παθητικά από τους μαθητές και να διατηρούνται οι λανθασμένες αντιλήψεις που έχουν, ενισχύοντας ακόμη περισσότερο το πρόβλημα. Γι' αυτό το λόγο, οι σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, αναζητούν νέα μέσα και εργαλεία που θα συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων που αναφέρθηκαν προηγουμένως, και θα προσφέρουν άμεση εποπτεία του αντικειμένου. Σημαντικά χαρακτηριστικά των εργαλείων αυτών είναι η δυνατότητα μεγαλύτερης ελευθερίας κινήσεων και πρωτοβουλιών στους μαθητές, ενισχύοντας την ενεργή συμμετοχή τους στη απόκτηση των γνώσεων, σύμφωνα με το δικό τους προσωπικό ρυθμό ανάπτυξης. Χρειάζεται λοιπόν ένα νέο, πιθανώς τρισδιάστατο, αλληλεπιδραστικό μαθησιακό περιβάλλον που θα προσφέρει ποικίλες δυνατότητες στο χρήστη του. Σε αυτό το πλαίσιο, η Ε.Π. μπορεί να αποτελέσει ένα τέτοιο εργαλείο, αφού πρόκειται για μια τρισδιάστατη προσομοίωση, όπου ο μαθητής μπορεί να έρθει σε επαφή με φυσικά και τεχνητά περιβάλλοντα, τα οποία να του δίνουν τη δυνατότητα της ανακάλυψης και χρησιμοποίησης των γνώσεων. Με αυτόν τον τρόπο ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στην μαθησιακή διαδικασία και μαθαίνει πώς να οδηγείται σε συμπεράσματα (Μπάκας, Κατσίκης, Δήμου, & Μικρόπουλος, 1999).

## Κεφάλαιο 4: Προβληματισμός της έρευνας

Όπως φάνηκε και από το προηγούμενο κεφάλαιο, οι φοιτητές και οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών της αστρονομίας. Σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης παρουσιάζονται παρανοήσεις σχετικά με ουράνια φαινόμενα.

Οι φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος θεωρείται ότι έχουν χαμηλές γνώσεις σε βασικά στοιχεία της αστρονομίας και ειδικότερα σε γνώσεις που αφορούν το ηλιακό σύστημα. Για να διαπιστωθεί το αληθές της παραπάνω δήλωσης, δόθηκε το Ερωτηματολόγιο 1 (βλ. Παράρτημα Α1) σε τυχαίο δείγμα φοιτητών ( $N = 48$ ) με στόχο τον έλεγχο των γενικών γνώσεων των φοιτητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα. Από αυτούς, 36 ήταν γυναίκες και 12 άντρες, με μέσο όρο ηλικίας 21,3 έτη.

Το Ερωτηματολόγιο 1 περιελάμβανε συνολικά 25 ερωτήσεις στις εξής κατηγορίες (βλ. 7.2. Μέσα Συλλογής των Δεδομένων):

- δημογραφικές ερωτήσεις που αφορούσαν το φύλο και την ηλικία των φοιτητών
- μία γενική ερώτηση σχετικά με το πλήθος των πλανητών του ηλιακού συστήματος
- ερωτήσεις που αφορούσαν τον Ήλιο
- ερωτήσεις που αφορούσαν χαρακτηριστικά των πλανητών του ηλιακού συστήματος
- ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες - νάνους
- ερωτήσεις που αφορούσαν δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους
- μία ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος

Παρακάτω δίνεται η επίδοση των 48 φοιτητών σε κάθε κατηγορία, καθώς και η συνολική τους επίδοση. Η επίδοση κάθε κατηγορίας και η συνολική επίδοση υπολογίζονται από το μέσο όρο (ποσοστό) των σωστών απαντήσεων των φοιτητών. Η ανάλυση του διαγνωστικού αυτού ερωτηματολογίου γίνεται συνολικά, μαζί με τα διαγνωστικά ερωτηματολόγια των 40 φοιτητών που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας, (σε επόμενο κεφάλαιο βλ. 7.1. Δείγμα και 7.3. Ερευνητικός σχεδιασμός και διαδικασία), προκειμένου να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα των αρχικών γνώσεων των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ρόδου σχετικά με το ηλιακό σύστημα (συνολικό δείγμα για το Ερωτηματολόγιο 1:  $N = 88$ , βλ. 8.1.



Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου 1 σχετικά με τις γνώσεις των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα).

#### **4.1. Ανάλυση των ανοιχτών ερωτήσεων**

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 2 ανοιχτές ερωτήσεις. Η πρώτη αφορούσε τους δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και ζητούσε από τους φοιτητές να ονομάσουν όσους δορυφόρους γνώριζαν μαζί με τους αντίστοιχους πλανήτες. Η πλειοψηφία του δείγματος (41,7%) απάντησε ότι δεν γνωρίζει, ενώ το 29,2% απάντησε τη Σελήνη. Αξίζει να αναφερθεί ότι το 6,3% έγραψε ονόματα δορυφόρων χωρίς τον αντίστοιχο πλανήτη και το 10,5% ανέφερε πλανήτες, αντί για δορυφόρους. Το 4,2% αντιστοίχισε κάποιους δορυφόρους με λάθος πλανήτες.

Η δεύτερη ερώτηση, η οποία ήταν και η τελευταία του Ερωτηματολογίου 1, εξέταζε τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τις αποστολές που έχουν γίνει για τη μελέτη των πλανητών του ηλιακού συστήματος. Το 70,8% του δείγματος δεν γνώριζε κάποια αποστολή, 14,6% ανέφερε τις αποστολές Apollo 11 και Apollo 13 στη Σελήνη, και 2 φοιτητές (το 4,2% του δείγματος) ανέφεραν το ρόβερ Curiosity στον Άρη.

#### **4.2. Συνολική επίδοση - Συμπέρασμα**

Συνολικά, οι φοιτητές απάντησαν σωστά σε 6,1 ερωτήσεις από τις 22 (σκορ 27,7%), κατά μέσο όρο (το ερωτηματολόγιο περιέχει 25 ερωτήσεις, από τις οποίες 2 είναι δημογραφικές και 2 ανοιχτές ερωτήσεις, που αφορούν ποιους δορυφόρους και ποιες αποστολές γνώριζαν οι φοιτητές, οι οποίες αναλύονται παραπάνω· τα υποερωτήματα κωδικοποιήθηκαν ως ξεχωριστές ερωτήσεις).

Από την ανάλυση του ερωτηματολογίου, φαίνεται ότι οι φοιτητές έχουν χαμηλές γνώσεις όσον αφορά το ηλιακό σύστημα. Ειδικότερα, οι περισσότεροι φοιτητές (71%) δεν γνωρίζουν το πλήθος των πλανητών του ηλιακού συστήματος. Όσον αφορά τις γνώσεις τους για τον Ήλιο, η πλειοψηφία δεν γνωρίζει τη σύσταση του άστρου, επομένως ούτε και τον τρόπο με τον οποίο αυτό λειτουργεί (επίδοση 42,3%). Ακόμη, μεγάλο ποσοστό δεν γνωρίζει βασικά χαρακτηριστικά των πλανητών του ηλιακού συστήματος (επίδοση 29,6%), όπως για παράδειγμα ποιοι πλανήτες αποτελούνται από αέρια, ποιοι έχουν δακτυλίους, ποιοι έχουν δορυφόρους κτλ. Επίσης, αρκετοί δεν γνωρίζουν βασικές έννοιες αστρονομίας, όπως για παράδειγμα τι είναι πλανήτης-νάνος, τι

είναι δορυφόρος, τι είναι ο Ήλιος κτλ. Τέλος, ελάχιστοι γνωρίζουν τις αποστολές μελέτης πλανητών που έχουν γίνει ως σήμερα, ακόμα και αποστολές που είναι ευρύτερα γνωστές, όπως η αποστολή Apollo 11 στη Σελήνη, αφού οι περισσότεροι δεν γνωρίζουν ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν πάνω σε αυτή. Παρακάτω φαίνεται η επίδοση των φοιτητών ανά κατηγορία, καθώς και η συνολική επίδοση (Πίνακας 4.1). Ακόμη, φαίνεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών (Γράφημα 4.1).

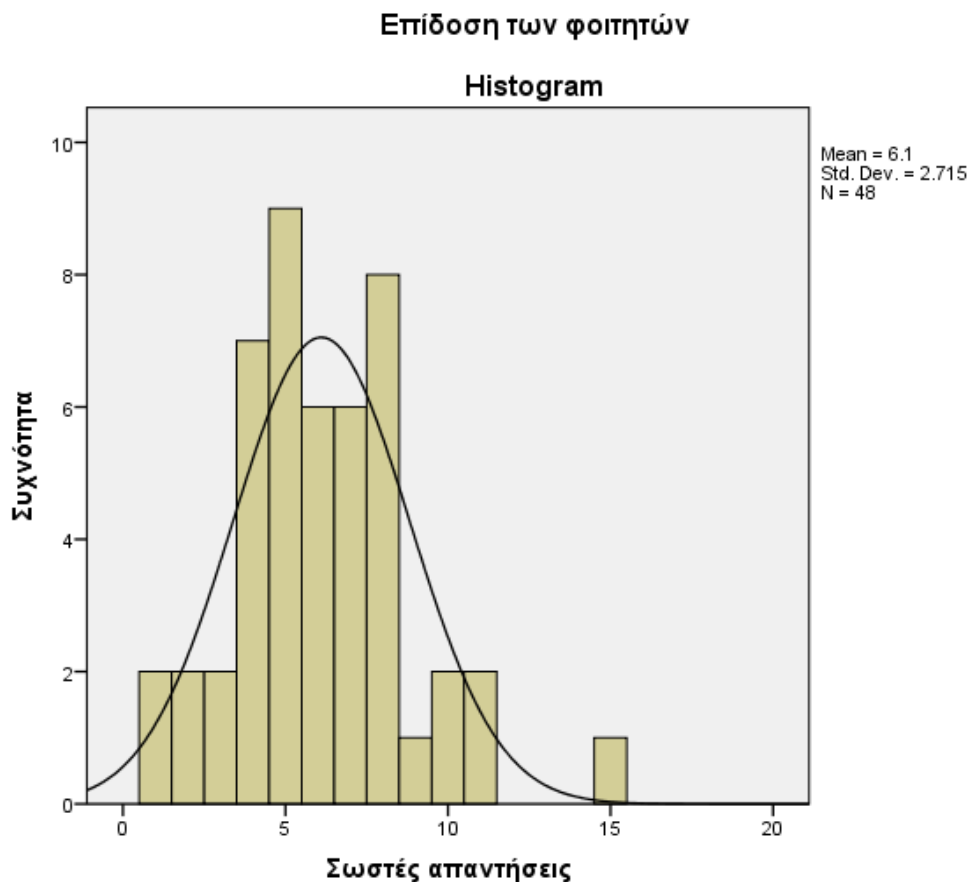
Πίνακας 4.1: Η επίδοση των φοιτητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο

Κατηγορία	Επίδοση (%)
Πλήθος Πλανητών	29
Ήλιος	42,3
Πλανήτες	29,6
Πλανήτες - νάνοι	23
Δορυφόροι	18,75
<b>Συνολικά</b>	<b>27,7</b>

<b>Μέσος όρος</b>	<b>6,1</b>
<b>Τυπική απόκλιση</b>	<b>2,715</b>

Γράφημα 4.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών



Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι όντως οι φοιτητές που σπουδάζουν να γίνουν δάσκαλοι έχουν ελάχιστες γνώσεις για ένα ουσιαστικό αντικείμενο της Αστρονομίας, όπως το ηλιακό σύστημα. Προκύπτει έτσι η αναγκαιότητα της διερεύνησης του κατά πόσο μια διδακτική παρέμβαση με ένα 3D περιβάλλον θα μπορούσε να ενισχύσει τις γνώσεις τους και να τους κάνει αποτελεσματικότερους στη διδασκαλία του αντίστοιχου αντικειμένου.

## Κεφάλαιο 5: Πλατφόρμα OpenSimulator

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εργασίας, επρόκειτο να δημιουργηθεί ένα εικονικό περιβάλλον με θέμα το ηλιακό σύστημα, στην πλατφόρμα υποστήριξης εικονικών κόσμων OpenSimulator (Opensim), η οποία αποτελεί έργο ανοιχτού λογισμικού βασισμένο στην τεχνολογία του Second Life. Πιο συγκεκριμένα, το OpenSimulator άρχισε να αναπτύσσεται το 2007 στοχεύοντας στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ανοιχτού λογισμικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διακομιστής εικονικού κόσμου, διατηρώντας σε μεγάλο ποσοστό τη λειτουργικότητα του Second Life. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν σημαίνει ότι απώτερος στόχος της πλατφόρμας είναι η αντιγραφή του Second Life· αντίθετα οι υπεύθυνοι της πλατφόρμας υποστηρίζουν ότι με τη δημιουργία της επιδιώκουν στην παροχή περισσότερων δυνατοτήτων με τη χρήση της και την ανάπτυξη καινοτόμων χαρακτηριστικών. Ένα επιπλέον κοινό χαρακτηριστικό του OpenSimulator με το Second Life είναι το γεγονός ότι ακολουθεί το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας πελάτη-διακομιστή, με απώτερη συνέπεια ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί, όπως ακριβώς και στο Second Life, δηλαδή σε διακομιστή μέσω του ίδιου προγράμματος (Βοσινάκης, 2013).

Ως λογισμικό διατίθεται κάτω από την άδεια χρήσης BSD. Ο ενδιαφερόμενος μπορεί να δημιουργήσει ένα εικονικό περιβάλλον, το οποίο έχει τη δυνατότητα να προσεγγιστεί μέσα από μια ποικιλία πελατών, σε πολλαπλά πρωτόκολλα. Σε γενικές γραμμές, επιτρέπει την κατασκευή από την αρχή ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος με τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών, παράγοντας σε τελική μορφή μια απόλυτα προσαρμοσμένη κατασκευή. Το τελικό εικονικό περιβάλλον είναι ίδιο με αυτό που θα απεικονίζεται στο Second Life (<http://opensimulator.org>).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το OpenSimulator στις μέρες μας αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς, από ομάδα προγραμματιστών που εργάζονται εντατικά με αυτό. Ταυτόχρονα, με το πέρασμα του χρόνου γίνεται όλο και πιο γνωστό στο ευρύ κοινό, αφού ο καθένας μπορεί να γίνει χρήστης και να έχει το λογισμικό στον υπολογιστή του, δημιουργώντας ένα δικό του εικονικό κόσμο, ελεύθερα, δηλαδή χωρίς τους περιορισμούς που έχει το Second Life, όπως το μέγεθος και τον αριθμό των αντικειμένων, αλλά και το κόστος (Φωκίδης, 2014).

## 5.1. Γενικά χαρακτηριστικά του OpenSimulator

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το OpenSimulator, στηρίζεται στην τεχνολογία πελάτη-διακομιστή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι υπεύθυνοι ανάπτυξης του λογισμικού προσπαθούν διαρκώς να βελτιώνουν την τεχνολογία του διακομιστή, ενώ ταυτόχρονα εμπλουτίζουν το πρόγραμμα του πελάτη με εναλλακτικά προγράμματα, όπως το Imprudence και το Firestorm, τα οποία διατίθενται δωρεάν και ο κάθε χρήστης μπορεί να επιλέξει αυτό που θέλει. Όσον αφορά τη λειτουργία του OpenSimulator υπάρχουν δύο τρόποι. Ο πρώτος είναι η «αυτόνομη κατάσταση» (standalone mode) όπου ο εικονικός κόσμος τρέχει σε έναν μοναδικό διακομιστή, ενώ ο δεύτερος είναι η «κατάσταση πλέγματος» (grid mode), κατά τον οποίο τμήματα του κόσμου ενδέχεται να τρέχουν παράλληλα σε διαφορετικούς διακομιστές όπου ο κάθε διακομιστής εξυπηρετεί συγκεκριμένο αριθμό χρηστών που βρίσκεται στην εμβέλεια του. Υπάρχει και μια ακόμη λειτουργία η «hypergrid», στην οποία διασυνδέονται μεταξύ τους απομακρυσμένοι κόσμοι δίνοντας την αίσθηση ενός ενιαίου κόσμου. Αξίζει να αναφερθεί ότι πέρα από το πρόγραμμα διακομιστή που υπάρχει στην ιστοσελίδα του OpenSimulator, είναι δυνατόν να βρει κανείς και άλλες διανομές με επιπλέον λειτουργικότητα και προεγκατεστημένα χαρακτηριστικά τα οποία δίνουν τη δυνατότητα άμεσης εγκατάστασης ενός διακομιστή με την ελάχιστη δυνατή διαμόρφωση, όπως π.χ. SimOnASTick, New World Studio, κ.ά. (Βοσινάκης, 2013).

Ορισμένα από τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που διακρίνουν το OpenSimulator, είναι το γεγονός ότι σε μια μόνο εφαρμογή μπορούν να υπάρξουν πολλοί κόσμοι, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζονται πολλαπλά προγράμματα και πρωτόκολλα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ένα δυναμικό κόσμο. Επιπλέον, διαθέτει προσομοίωση φυσικών νόμων πραγματικού χρόνου, και παρέχει δυνατότητα δημιουργίας περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο, δυνατότητα προσαρμογής του εικονικού χαρακτήρα (avatar), καθώς και δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών χρησιμοποιώντας μια σειρά από διαφορετικές γλώσσες. Εκτός όμως από τα τεχνικά χαρακτηριστικά, διαθέτει και στοιχεία κοινωνικής δικτύωσης, αφού οι χρήστες μπορούν να ορίζουν φίλους, αλλά ακόμη και να δημιουργούν ομάδες χρηστών, όπου τους δίνεται η δυνατότητα να ορίζουν στον καθένα το ρόλο που καλούνται να διαδραματίσουν. Όπως και στα άλλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να έχουν

ιδιωτικές συνομιλίες ή να πραγματοποιούν συζητήσεις σε φόρουμ, να ανταλλάσουν πληροφορίες και αντικείμενα, κ.ά.

Μέσα στον κόσμο που έχει δημιουργήσει ο κάθε χρήστης, έχει τη δυνατότητα να εντάξει οποιοδήποτε αντικείμενο μέσα από την προσωπική του «συλλογή» αντικειμένων, όπου υπάρχουν σημειώσεις, αντίγραφα αντικειμένων, animations, εικόνες κ.ά. και τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει ανά πάσα στιγμή. Παράλληλα, στα πλαίσια του κόσμου που έχουν δημιουργήσει μπορούν να τροποποιήσουν το χαρακτήρα τους (avatar) ανάλογα με τις ανάγκες που προκύπτουν εκάστοτε, και το ρόλο που θέλουν να διαδραματίσουν στο χώρο. Προκειμένου να μπορέσει κανείς να πλοηγηθεί στο χώρο υπάρχουν διάφορα εργαλεία πλοήγησης, τα οποία συμβάλλουν είτε στην καλύτερη διαμόρφωση και οργάνωση του χώρου με την τοποθέτηση αντικειμένων, είτε στην εξερεύνηση του με τη βοήθεια σεναρίων μάθησης. Τέλος, οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με άλλους χρήστες και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, μέσω συνομιλιών με τη χρήση τόσο του γραπτού κειμένου, όσο και την ηχογράφηση κάποιου μηνύματος ή τη μετάδοση φωνής, αλλά και τη βοήθεια «ενεργών» αντικειμένων που έχουν δημιουργηθεί και προγραμματιστεί κατάλληλα γι' αυτή τη λειτουργία. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του OpenSimulator είναι το γεγονός ότι ο χρήστης μπορεί να χτίσει και να διαμορφώσει τον κόσμο του με την κατασκευή σύνθετων τρισδιάστατων αντικειμένων (Βοσινάκης, 2013).

## **5.2. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης του OpenSimulator**

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι ένα τέτοιο λογισμικό όπως το OpenSimulator είναι λογικό να έχει πολλά πλεονεκτήματα κατά τη χρήση του, αλλά και μειονεκτήματα. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Dalgarno και Lee (2010), η χρήση του OpenSimulator στην εκπαίδευση έχει αρκετά θετικά παιδαγωγικά χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένα από αυτά είναι το γεγονός ότι η γνώση μπορεί να αναπαρασταθεί χωρικά, δηλαδή ο μαθητής μπορεί να πλοηγηθεί ελεύθερα στον κόσμο, να ανακαλύψει τις πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν, να εμπλουτίσει το χώρο με την τοποθέτηση αντικειμένων, φωτογραφιών, βίντεο κ.ά., έτσι ώστε να κατανοήσουν χωρικά ένα πραγματικό περιβάλλον. Επιπλέον, οι χρήστες μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον έχουν ενεργή εμπλοκή, αφού υπάρχει μεγάλος βαθμός προσωποποίησης της εμπειρίας του κάθε χρήστη με την τροποποίηση της

ταυτότητας, με την αίσθηση της παρουσίας, με τους ρόλους που αναλαμβάνει κ.ά. Με αυτόν τον τρόπο και την ενεργή συμμετοχή των χρηστών ενισχύονται τα κίνητρα μάθησης παρέχοντας αυξημένη ψυχολογική εμπύθιση (Βοσινάκης, 2013).

Ταυτόχρονα, στα πλαίσια ενός τέτοιου περιβάλλοντος, η μάθηση είναι εμπειρική, αυθεντική και συνεργατική. Πιο συγκεκριμένα, θεωρείται εμπειρική, διότι οι προσομοιώσεις δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες και ικανότητες μέσα από την εκτέλεση σύνθετων ενεργειών, που στον πραγματικό κόσμο θα ήταν επικίνδυνα ή ακριβά. Έπειτα, χαρακτηρίζεται αυθεντική, διότι η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στους εικονικούς κόσμους προσφέρει υψηλής πιστότητας οπτική και ακουστική αναπαράσταση, δίνοντας την αίσθηση του πραγματικού κόσμου. Τέλος, η μάθηση είναι συνεργατική, αφού δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να συνεργαστούν μεταξύ τους και να εκτελέσουν ενέργειες από κοινού, όχι μόνο σε επικοινωνιακό επίπεδο, αλλά και σε πρακτικό με την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων μέσα στον ίδιο τον κόσμο (Dalgarno & Lee, 2010, Βοσινάκης, 2013).

Από την άλλη πλευρά όμως, υπάρχουν και αρκετά μειονεκτήματα από τη χρήση του OpenSimulator. Ένα από τα σημαντικότερα είναι το γεγονός ότι για την χρησιμοποίηση του απαιτούνται Η/Υ υψηλών δυνατοτήτων, με αποτέλεσμα οι περισσότεροι κοινόι χρήστες να μην μπορούν να ανταποκριθούν στις συγκεκριμένες τεχνικές απαιτήσεις. Επιπλέον, όταν κάποιος θέλει να δημιουργήσει έναν κόσμο από την αρχή, καλείται να δαπανήσει πολύ χρόνο για τη δημιουργία και την ολοκλήρωση του. Σε πολλές περιπτώσεις, για τη δημιουργία του κόσμου απαιτούνται από τον χρήστη εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις, ειδικά σε θέματα προγραμματισμού και λειτουργίας του προγράμματος. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι δεν τηρούνται απόλυτα οι προδιαγραφές ασφαλείας, αφού δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένο ακόμα κάποιο είδος τοίχου προστασίας από κακόβουλες ενέργειες. Τέλος, το γεγονός ότι το OpenSimulator ξεκίνησε ως ένα ελεύθερο πρόγραμμα που δημιούργησε μια ομάδα προγραμματιστών και όχι ως ένα εμπορικό πρόγραμμα, έχει δημιουργήσει αρκετά προβλήματα, κυρίως τεχνικά, όπως τη λειτουργία των βίντεο, δυσλειτουργιών και συχνών λαθών στον κώδικα του προγράμματος.

## Κεφάλαιο 6: Ανάπτυξη εφαρμογής για τη διδασκαλία του ηλιακού συστήματος

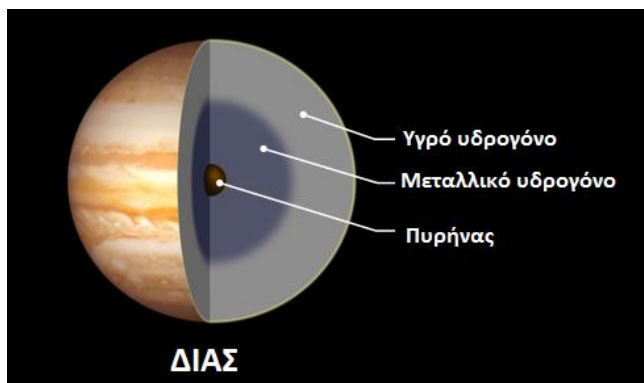
Όπως φαίνεται στο Κεφάλαιο 5, οι φοιτητές έχουν έλλειψη γνώσεων όσον αφορά το ηλιακό σύστημα και βασικές γνώσεις αστρονομίας. Η εφαρμογή, λοιπόν, σχεδιάστηκε με βάση τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων που δόθηκαν στο τυχαίο δείγμα των 48 φοιτητών. Οι απαντήσεις τους, δηλαδή, κατεύθυναν το περιεχόμενο της εφαρμογής.

Εφόσον παρατηρήθηκε ότι οι φοιτητές έχουν έλλειψη γνώσεων όσον αφορά τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους, τους πλανήτες-νάνους, αλλά και γενικότερα τους πλανήτες, η εφαρμογή εστίασε στα παραπάνω και περιέλαβε σχετικές πληροφορίες.

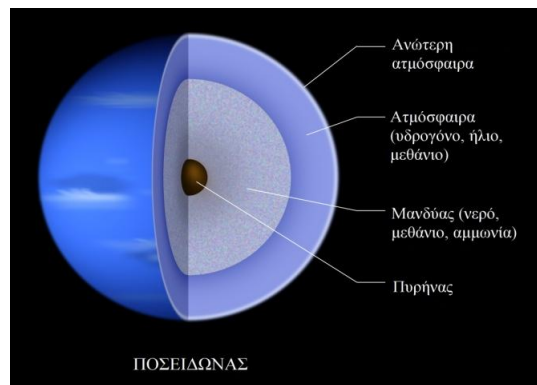
### 6.1. Συλλογή του υλικού

Η συλλογή του υλικού εστιάστηκε σε βιβλιογραφική έρευνα και σε πληροφορίες από την επίσημη ιστοσελίδα της NASA. Οι πληροφορίες συλλέχθηκαν, μεταφράστηκαν (όπου ήταν απαραίτητο) και οργανώθηκαν ανά ουράνιο σώμα. Επειδή υπήρχε πλήθος πληροφοριών για κάθε σώμα, οι πληροφορίες επιλέχθηκαν με βάση τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους φοιτητές, ώστε για κάθε στοιχείο του ηλιακού συστήματος να παρέχονται οι βασικότερες πληροφορίες.

Αμέσως μετά την οργάνωση των πληροφοριών, έγινε αναζήτηση σχετικού οπτικού υλικού (εικόνων και βίντεο). Οι εικόνες επιλέχθηκαν με βάση τη σχετικότητά τους με το παραπάνω υλικό. Λειτουργούν, δηλαδή, επεξηγηματικά ως προς τις πληροφορίες για την καλύτερη κατανόησή τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι εικόνες που δείχνουν την εσωτερική δομή των πλανητών που αποτελούνται από αέρια, όπως οι Εικόνες 6.1 και 6.2.



Εικόνα 6.1: Η εσωτερική δομή του Δία. Πηγή: NASA



Εικόνα 6.2: Η εσωτερική δομή του Ποσειδώνα. Πηγή: NASA



Τα βίντεο επιλέχθηκαν ως συμπληρωματικά προς τις πληροφορίες, όπως για παράδειγμα ένα βίντεο που παρουσιάζει μια ηλιακή κηλίδα στην επιφάνεια του Ήλιου ή τη Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα του Δία, όπως την απεικόνισε το Voyager 1.

Ακόμη, έγινε αναζήτηση εικόνων που να απεικονίζουν την υφή των επιφανειών των στοιχείων του ηλιακού συστήματος που περιλαμβάνονται στην εφαρμογή. Επιλέχθηκαν υφές με την καλύτερη δυνατή ανάλυση, ώστε να είναι καλύτερα ορατά τα χαρακτηριστικά στοιχεία των επιφανειών των σωμάτων (Ήλιος, πλανήτες, δορυφόροι). Επίσης, επιλέχθηκαν υφές για τους δακτυλίους του Κρόνου και του Ουρανού.

Επιπλέον, αναζητήθηκαν σχετικές ιστοσελίδες, τις οποίες οι φοιτητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν για την αναζήτηση επιπλέον πληροφοριών και για την ενημέρωσή τους σε θέματα που αφορούν το ηλιακό σύστημα και τις αποστολές που γίνονται με σκοπό την εξερεύνησή του. Επίσης, αναζητήθηκαν ιστοσελίδες που να περιλαμβάνουν εκπαιδευτικές εφαρμογές και παιχνίδια που αφορούν το ηλιακό σύστημα, με σκοπό την καλύτερη εμπέδωση των πληροφοριών.

Τέλος, έγινε οργάνωση του υλικού με τη χρήση του προγράμματος δημιουργίας παρουσιάσεων Microsoft PowerPoint. Δημιουργήθηκε μία παρουσίαση για κάθε στοιχείο του ηλιακού συστήματος που περιλαμβάνεται στην εφαρμογή (Ήλιος, Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Σελήνη, Άρης, Δίας, Ιώ, Ευρώπη, Γανυμήδης, Καλλιστώ, Κρόνος, Τιτάνας, Ουρανός, Μιράντα, Ποσειδώνας, Τρίτωνας, Πλανήτες - νάνοι και Πλούτωνα, Voyager 1 και 2). Κάθε παρουσίαση περιέχει, αρχικά, έναν πίνακα με τα βασικά αστρονομικά στοιχεία κάθε σώματος, όπως η ακτίνα ισημερινού, η περίοδος περιφοράς γύρω από τον Ήλιο (ή τον αντίστοιχο πλανήτη αν πρόκειται για δορυφόρο), η περίοδος ιδιοπεριστροφής, η μάζα, η βαρύτητα επιφάνειας και η θερμοκρασία επιφάνειας (για τους αέριους γίγαντες, η βαρύτητα και η θερμοκρασία δίνεται στο επίπεδο πίεσης 1 bar στην ατμόσφαιρα), καθώς και ο αριθμός των δορυφόρων, αν πρόκειται για πλανήτη (Εικόνα 6.3). Επιπλέον, για τον Ήλιο, δίνεται και η θερμοκρασία πυρήνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται συγκριτικά με εκείνα της Γης, για την καλύτερη κατανόησή τους από τους φοιτητές. Ακόμη, στις παρουσιάσεις περιλαμβάνονται οι πληροφορίες κάθε σώματος, οργανωμένες από τις πιο βασικές (όπως το είδος, η επιφάνεια, η σύσταση κτλ.) ως τις πιο ειδικές (όπως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, δακτύλιοι, δορυφόροι κτλ.) και τέλος, αναφέρονται οι αποστολές που έχουν γίνει για την εξερεύνηση του σώματος αυτού. Οι πληροφορίες συνοδεύονται από επεξηγηματικές εικόνες για την καλύτερη κατανόησή τους.

**ΔΙΑΣ**

Βασικά Στοιχεία	
Ακτίνα Ισημερινού	71.492 km (11 φορές περίπου πιο μεγάλη από της Γης)
Περίοδος Περιφοράς γύρω από τον Ήλιο	12 χρόνια
Περίοδος Ιδιοπεριστροφής	10 ώρες
Μάζα	$1,9 \times 10^{27}$ kg (318 φορές περίπου πιο μεγάλη από της Γης)
Βαρύτητα Επιφάνειας*	$24,79 \text{ m/s}^2$ (100 kg στη Γη είναι 236 kg στο Δία)
Θερμοκρασία Επιφάνειας*	-108 °C
Δορυφόροι	67

\* Για τους γίγαντες αερίων, η βαρύτητα και η θερμοκρασία δίνεται στο επίπεδο πίεσης 1 bar στην ατμόσφαιρα (1 bar =  $10^5$  Pa = ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας).

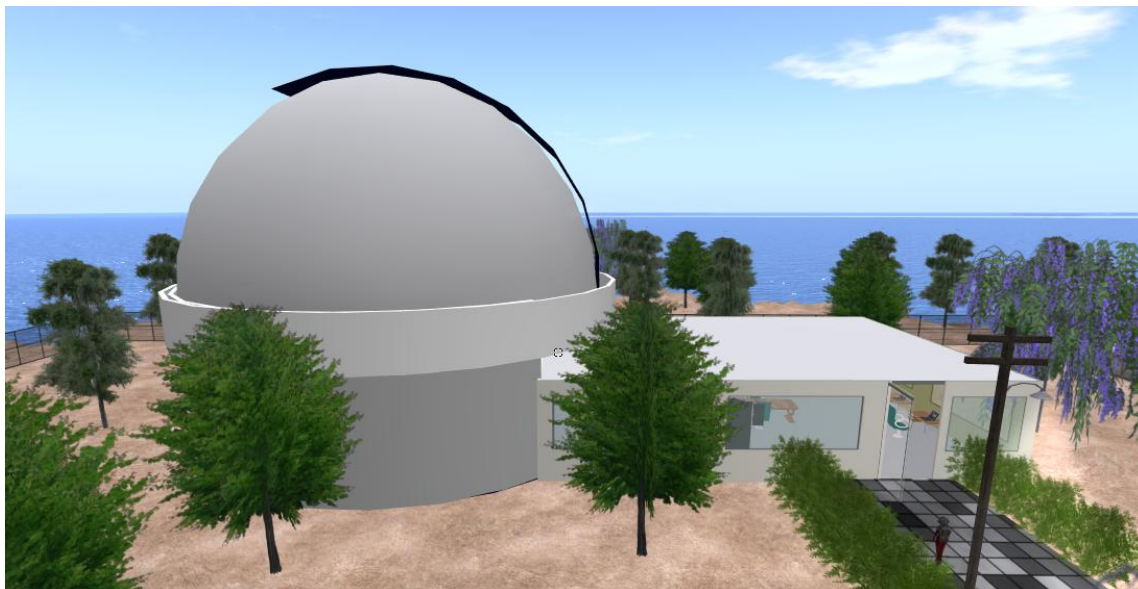
Εικόνα 6.3: Πίνακας με τα βασικά αστρονομικά στοιχεία του Δία

## 6.2. Οργάνωση εικονικού κόσμου και κατασκευή αντικειμένων

Ο εικονικός κόσμος δημιουργήθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας OpenSimulator. Ο κόσμος έχει έκταση 768 x 768 μέτρα. Αρχικά δημιουργήθηκε το ανάγλυφο του εδάφους και εξομαλύνθηκε, με τη χρήση των εργαλείων εδάφους, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν αντικείμενα πάνω του.

Στη συνέχεια, έγινε κατασκευή και τοποθέτηση των πρώτων αντικειμένων. Το πρώτο αντικείμενο που δημιουργήθηκε ήταν ο Ήλιος. Κατασκευάστηκε μια απλή σφαίρα, με μέγεθος το μέγιστο επιτρεπτό μέγεθος (256 x 256 μέτρα) και χρησιμοποιήθηκε ως υφή η σχετική εικόνα της επιφάνειας του Ήλιου. Το αντικείμενο αυτό αποθηκεύτηκε στο Αποθετήριο Αντικειμένων (Inventory) για μελλοντική χρήση. Με τον ίδιο τρόπο κατασκευάστηκαν οι πλανήτες και οι δορυφόροι. Αξίζει να αναφερθεί ότι, για τους πλανήτες Κρόνο και Ουρανό δημιουργήθηκαν και δακτύλιοι.

Αφού δημιουργήθηκαν και αποθηκεύτηκαν τα αντικείμενα αυτά, ξεκίνησε η κατασκευή ενός παρατηρητήριου, το οποίο είναι το σημείο εκκίνησης της εξερεύνησης του εικονικού κόσμου. Επειδή δεν υπήρχε αντίστοιχο αντικείμενο στο Αποθετήριο Αντικειμένων (Inventory), το παρατηρητήριο κατασκευάστηκε από συνδυασμό απλών γεωμετρικών στερεών και τοποθέτηση σε αυτά ανάλογων υφών (Εικόνα 6.4).

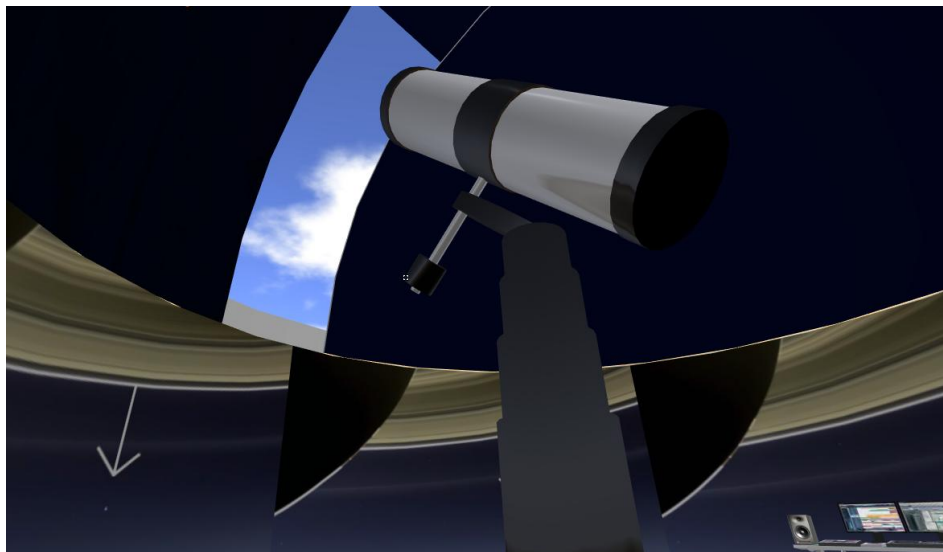


Εικόνα 6.4: Το παρατηρητήριο στο πρώτο επίπεδο

Όταν ολοκληρώθηκε αυτή η εργασία, προστέθηκαν αντικείμενα μέσα στο κτίριο. Στο κοίλο τμήμα προστέθηκε ένα μεγάλο τηλεσκόπιο στραμμένο προς το ανοικτό μέρος του θόλου και ένα γραφείο με υπολογιστές (Εικόνα 6.6). Στο ορθογώνιο τμήμα προστέθηκε ένα μεγάλο γραφείο με καρέκλες, το οποίο περιλαμβάνει μια αφίσα που απεικονίζει τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος, σημειωματάρια και μολύβια. Ακόμη, προστέθηκαν δύο μικρά γραφεία με υπολογιστές, τρία μικρά τηλεσκόπια, ένα άδειο γραφείο και ένα τραπέζι - μοντέλο του ηλιακού συστήματος. Τα αντικείμενα αυτά δεν είχαν κάποιο λειτουργικό σκοπό αλλά αύξαναν το ρεαλισμό (Εικόνα 6.5).



Εικόνα 6.5: Το εσωτερικό του παρατηρητηρίου



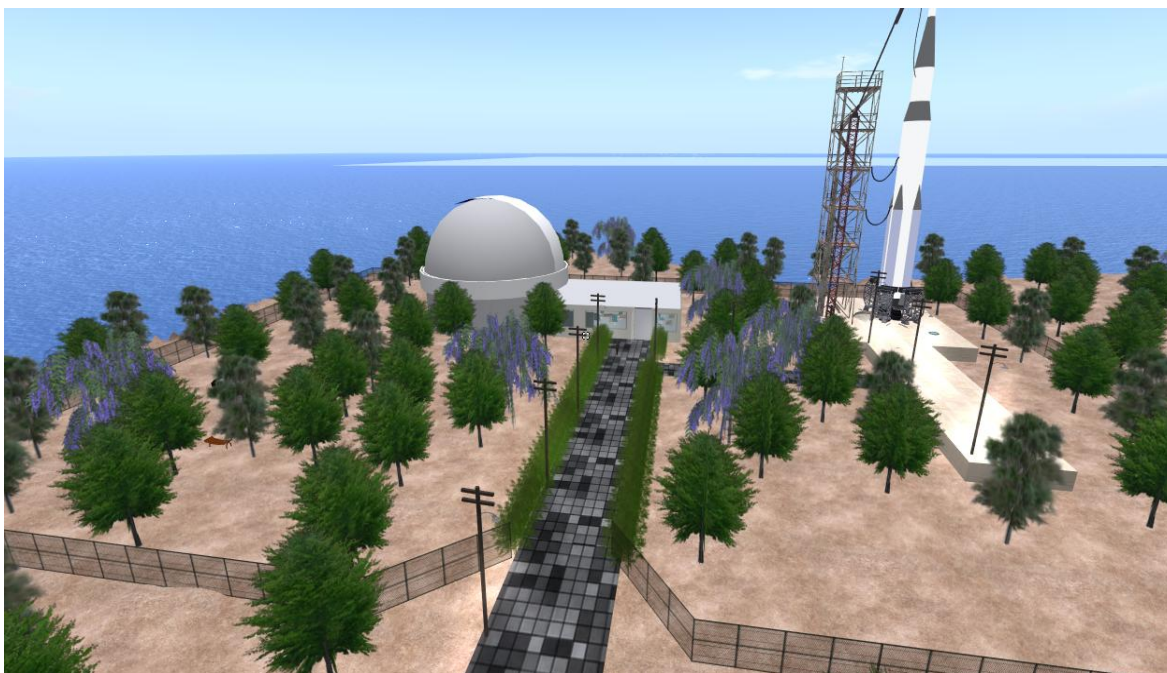
**Εικόνα 6.6: Το εσωτερικό του παρατηρητηρίου**

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του παρατηρητηρίου, τοποθετήθηκε δίπλα του ένας πύραυλος. Συγκεκριμένα, προστέθηκε ένας μεγάλος πύραυλος, μια βάση εκτόξευσης και ένας μηχανισμός στήριξης. Ο πύραυλος λειτουργεί ως μέσο μεταφοράς στα 2 επόμενα επίπεδα του εικονικού κόσμου (Εικόνα 6.7).



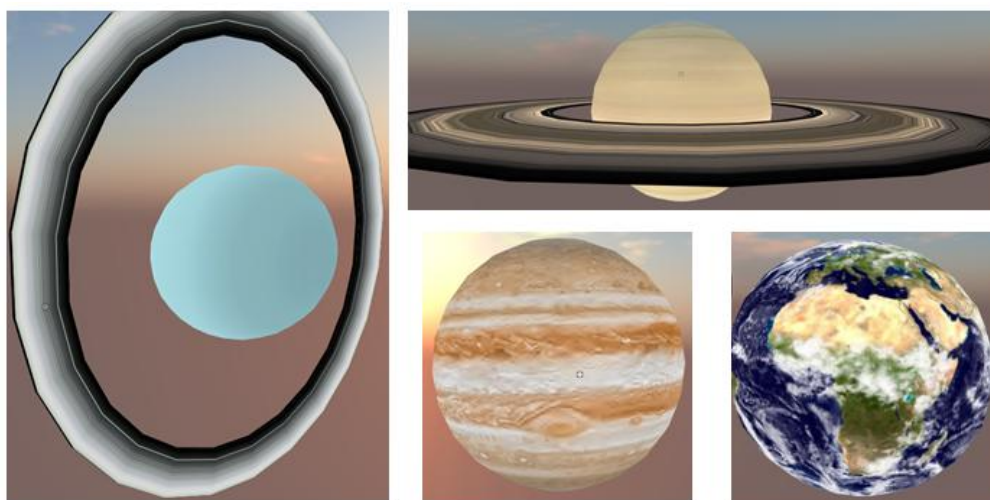
**Εικόνα 6.7: Ο πύραυλος στο πρώτο επίπεδο**

Αφού ολοκληρώθηκε και η κατασκευή του πυραύλου, έγινε διακόσμηση του εικονικού κόσμου με επιπλέον στοιχεία. Δημιουργήθηκε δρόμος που οδηγεί στο παρατηρητήριο, τοποθετήθηκε φράκτης γύρω από το χώρο αυτό και διακοσμήθηκε η αυλή του με σιντριβάνι, παγκάκια και ένα γλυπτό. Ακόμη, προστέθηκαν δέντρα στον ενδιάμεσο χώρο, φώτα δρόμου, όπως επίσης και ένας φράκτης από θάμνους γύρω από το πεζοδρόμιο που οδηγεί στο παρατηρητήριο (Εικόνα 6.8). 3



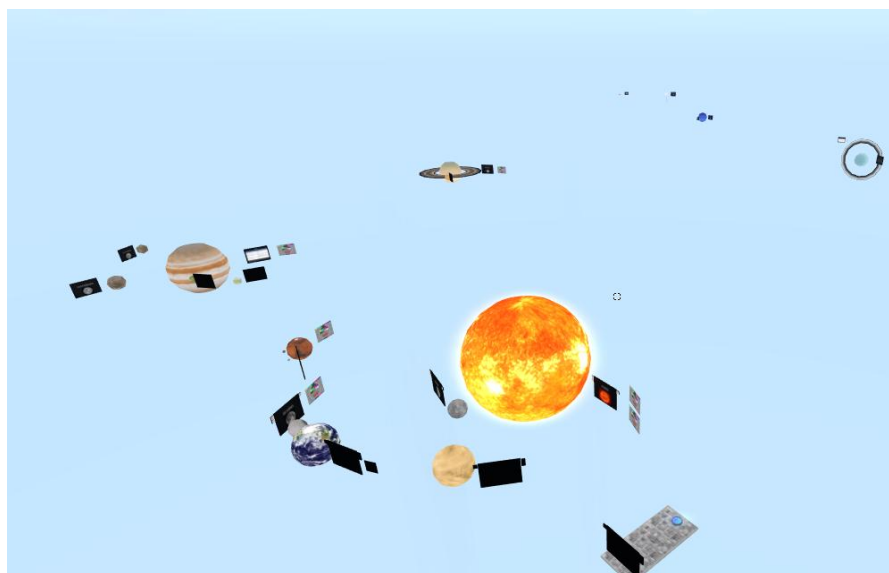
Εικόνα 6.8: Το πρώτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

Αμέσως μετά τη διαμόρφωση του πρώτου επιπέδου, ξεκίνησε η δημιουργία του δεύτερου επιπέδου του εικονικού κόσμου. Το δεύτερο επίπεδο τοποθετείται στα 3.000 μέτρα και πρόκειται για την πρώτη απεικόνιση του ηλιακού συστήματος. Περιλαμβάνει τον Ήλιο και τους 8 πλανήτες (Ερμή, Αφροδίτη, Γη Άρη, Δία, Κρόνο, Ουρανό, Ποσειδώνα), που όπως αναφέρθηκε κατασκευάστηκαν πρώτοι. Αρχικά, έγινε υπολογισμός της κλίμακας με βάση την οποία θα κατασκευαζόταν το ηλιακό σύστημα. Οι πλανήτες σχεδιάστηκαν με κλίμακα 1:15.466.730, ωστόσο, λόγω της περιορισμένης έκτασης του εικονικού κόσμου, οι αποστάσεις των πλανητών δεν αποδίδονται με κλίμακα, αλλά παραμένουν σχετικές. Όταν υπολογίστηκε η κλίμακα, έγινε επεξεργασία των αντικειμένων του Ήλιου και των πλανητών, ώστε να έχουν το κατάλληλο μέγεθος. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε στο κέντρο του εικονικού χώρου ο Ήλιος και σε σχετικές αποστάσεις οι πλανήτες. Τέλος, δημιουργήθηκε μια πλατφόρμα, ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά του χρήστη στο επίπεδο αυτό (Εικόνα 6.9).



Εικόνα 6.9: Ο Ουρανός, ο Κρόνος, ο Δίας και η Γη, όπως φαίνονται από το δεύτερο επίπεδο του εικονικού κόσμου

Μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου αυτού επιπέδου, ξεκίνησε η διαμόρφωση του τρίτου επιπέδου. Το επίπεδο αυτό τοποθετείται στα 4.000 μέτρα και πρόκειται για τη δεύτερη απεικόνιση του ηλιακού συστήματος. Περιλαμβάνει τον Ήλιο, τους 8 πλανήτες, τον Πλούτωνα, τους δορυφόρους Σελήνη, Φόβο, Δείμο, Ιώ, Ευρώπη, Γανυμήδη, Καλλιστώ, Τιτάνα, Μιράντα, Τρίτωνα και Χάροντα, καθώς και το διαστημικό όχημα Voyager. Οι πλανήτες και οι δορυφόροι δεν απεικονίζονται με βάση κάποια κλίμακα, αφού σκοπός είναι η παρατήρηση των επιφανειών τους. Οι αποστάσεις των πλανητών και των δορυφόρων είναι σχετικές. Έγινε επεξεργασία των αντικειμένων που είχαν αποθηκευτεί προηγουμένως στο Inventory, ώστε να έχουν σχετικά μεταξύ τους μεγέθη. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ο Ήλιος στο κέντρο του εικονικού κόσμου και οι πλανήτες τοποθετήθηκαν σε σχετικές αποστάσεις. Γύρω από τους πλανήτες τοποθετήθηκαν οι δορυφόροι τους.



Εικόνα 6.10: Το τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

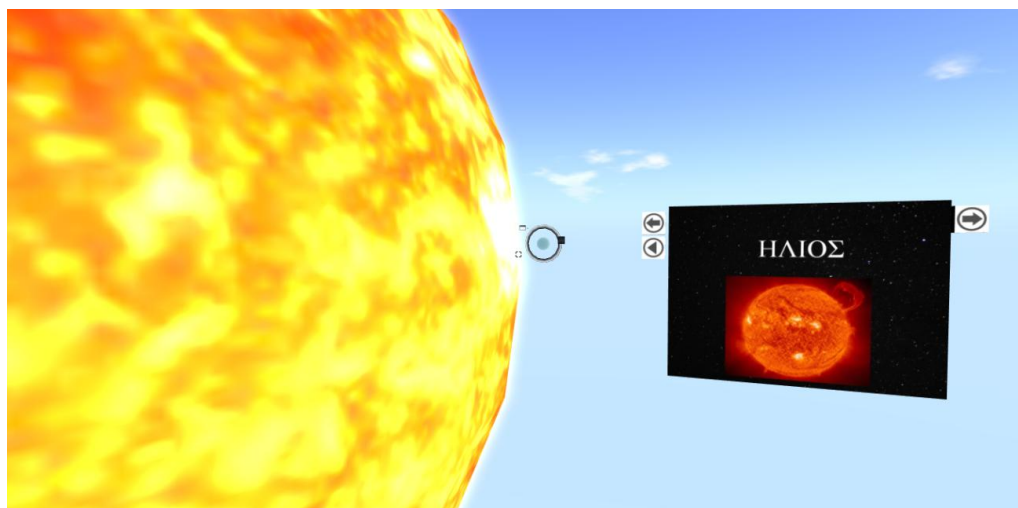
Στην άκρη του εικονικού κόσμου, τοποθετήθηκε το διαστημικό όχημα Voyager. Δημιουργήθηκε, ακόμη, μια πλατφόρμα, ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά του χρήστη στο επίπεδο αυτό (Εικόνα 6.10).

Τέλος, τοποθετήθηκαν τα αντικείμενα *Teleporter* και *Target*, ώστε να γίνεται η μεταφορά των χρηστών από το ένα επίπεδο στο άλλο. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν δύο *Teleporters* στη βάση του πυραύλου του πρώτου επιπέδου, για τη μεταφορά στα δύο επόμενα. Στο δεύτερο και τρίτο επίπεδο, τοποθετήθηκε από ένας *Teleporter* στην πλατφόρμα κάθε επιπέδου, που επιτρέπει τη μεταφορά στο πρώτο επίπεδο.

### 6.3. Εισαγωγή πληροφοριών

Αφού ολοκληρώθηκε η κατασκευή και οργάνωση των αντικειμένων του εικονικού κόσμου, προστέθηκαν σε αυτόν οι πληροφορίες. Όπως προαναφέρθηκε, οι πληροφορίες για κάθε στοιχείο του ηλιακού συστήματος είναι οργανωμένες σε παρουσιάσεις. Οι παρουσιάσεις αυτές αποθηκεύτηκαν ως εικόνες προκειμένου να εισαχθούν στον εικονικό κόσμο.

Για την προβολή τους στον εικονικό κόσμο χρησιμοποιήθηκαν εικονικές οθόνες προβολής, οι οποίες επιτρέπουν στον χρήστη να προβάλλει εικόνες και να τις αλλάζει με το δικό του ρυθμό (Εικόνα 6.11).



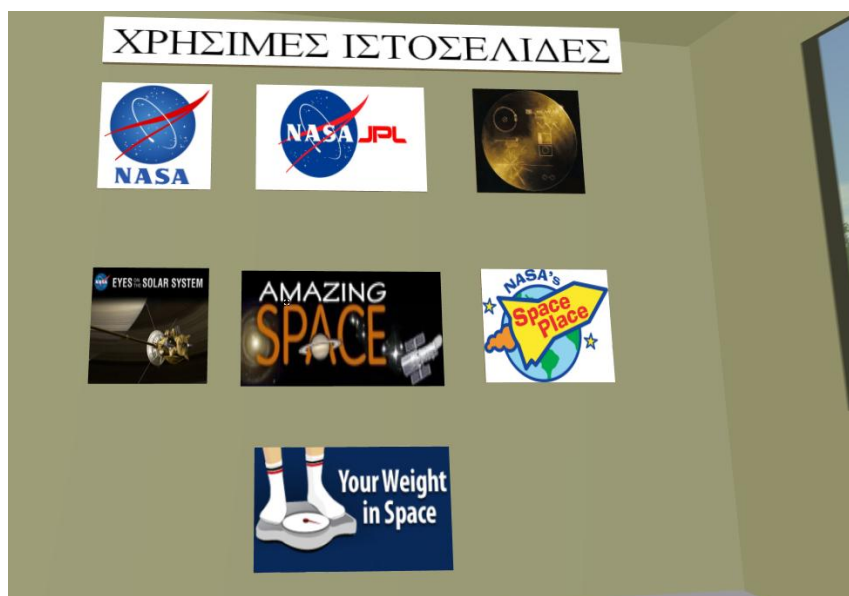
Εικόνα 6.11: Οι πληροφορίες σχετικά με τον Ήλιο στο τρίτο επίπεδο

Όσον αφορά τους δορυφόρους που απεικονίζονται, ξεχωριστές πληροφορίες για αυτούς υπάρχουν για τη Σελήνη, την Ιώ, την Ευρώπη, τον Γανυμήδη, την Καλλιστώ, τον Τιτάνα, τη

Μιράντα και τον Τρίτωνα. Για τους δορυφόρους Φόβο, Δείμο και Χάροντα, οι πληροφορίες τους περιλαμβάνονται στις παρουσιάσεις του αντίστοιχου πλανήτη (Άρη και Πλούτωνα), επομένως δεν τοποθετήθηκαν ξεχωριστές οθόνες προβολής για αυτούς.

#### 6.4. Εισαγωγή και χρήση scripts

Αφού τοποθετήθηκαν οι πληροφορίες στο τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου, προστέθηκαν σε αυτόν scripts, τα οποία είναι μικρά προγράμματα που υλοποιούν διάφορες εφαρμογές, όπως την αλληλεπίδραση χρήστη-κόσμου. Ειδικότερα, στο πρώτο επίπεδο χρησιμοποιήθηκε script που να επιτρέπει τη φόρτωση ιστοσελίδων. Σε έναν κενό τοίχο του παρατηρητηρίου κατασκευάστηκαν μικροί πίνακες, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με τη χρήση του βασικού γεωμετρικού στερεού *Κύβος* και απεικονίζουν από μία ιστοσελίδα. Πάνω σε κάθε τέτοιο αντικείμενο προστέθηκε το παραπάνω script, με αποτέλεσμα όταν ο χρήστης πατήσει πάνω του, να οδηγηθεί στην αντίστοιχη ιστοσελίδα (Εικόνα 6.12). Αξίζει να σημειωθεί ότι, στο επίπεδο αυτό υπάρχουν αντικείμενα που περιέχουν δικά τους scripts, όπως για παράδειγμα το αντικείμενο *Presentation Screen* για την προβολή εικόνων, η πόρτα του παρατηρητηρίου, η οποία ανοίγει και κλείνει όταν ο χρήστης την επιλέγει με το ποντίκι και το αντικείμενο *Teleporter*.



Εικόνα 6.12: Οι ιστοσελίδες που προτείνονται μέσα στο παρατηρητήριο

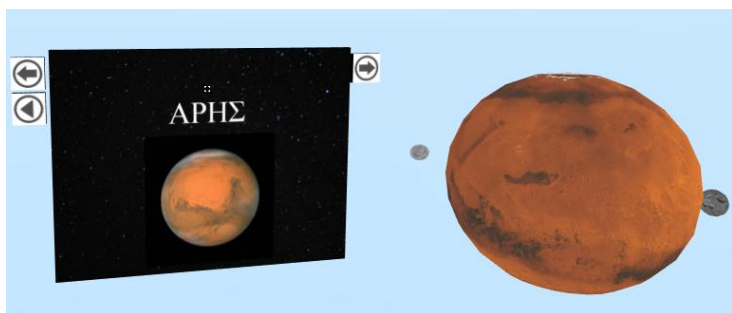


Στο δεύτερο επίπεδο, που σκοπός του ήταν να παρατηρήσουν οι φοιτητές τις κινήσεις των πλανητών, τόσο γύρω από τον άξονά τους, όσο και γύρω από τον Ήλιο, χρησιμοποιήθηκαν scripts για την περιστροφή τους τόσο γύρω από τον άξονά τους, όσο και γύρω από τον Ήλιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι, οι πλανήτες Αφροδίτη και Ουρανός περιστρέφονται αντίθετα από τους υπόλοιπους πλανήτες, επομένως η ταχύτητα περιστροφής τους δόθηκε με αρνητικό πρόσημο.

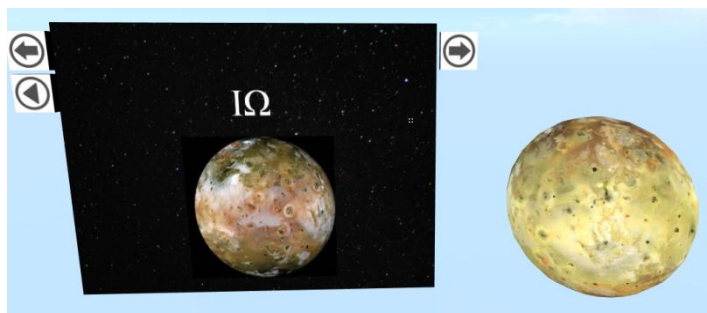
Στο τρίτο επίπεδο, σκοπός ήταν οι φοιτητές να ενημερωθούν για το ηλιακό σύστημα, διαβάζοντας τις πληροφορίες, παρατηρώντας τα αντικείμενα, βλέποντας τις εικόνες και παρακολουθώντας τα σχετικά βίντεο. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε ξανά το script για την περιστροφή των αντικειμένων. Ειδικότερα, το script αυτό τοποθετήθηκε στον Ήλιο και σε κάθε πλανήτη, με αποτέλεσμα να γυρίζουν γύρω από τον άξονά τους, ώστε να μπορούν οι φοιτητές να παρατηρούν τις επιφάνειές τους. Οι πλανήτες Αφροδίτη και Ουρανός και ο πλανήτης-νάνος Πλούτωνας περιστρέφονται αντίθετα από τους υπόλοιπους πλανήτες, επομένως η ταχύτητα περιστροφής τους δόθηκε με αρνητικό πρόσημο.

Όσον αφορά τους δορυφόρους, σε εκείνους για τους οποίους υπάρχουν οργανωμένες πληροφορίες (Σελήνη, Ιώ, Ευρώπη, Γανυμήδη, Καλλιστώ, Τιτάνα, Μιράντα, Τρίτωνα) τοποθετήθηκε αυτό το script ώστε να περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, αλλά όχι γύρω από τον αντίστοιχο πλανήτη, για να μπορούν οι φοιτητές να διαβάσουν τις πληροφορίες. Οι δορυφόροι, οι πληροφορίες των οποίων περιλαμβάνονται στις παρουσιάσεις του αντίστοιχου πλανήτη (ο Φόβος και ο Δείμος με τον Άρη και ο Χάροντας με τον Πλούτωνα), περιστρέφονται γύρω από αυτόν (Εικόνες 6.13 και 6.14).

Ακόμη, δίπλα στη Γη, τοποθετήθηκε αντικείμενο, το οποίο οδηγεί σε ιστοσελίδα που δείχνει τη Γη, όπως φαίνεται από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό.



Εικόνα 6.13: Ο Άρης και οι δορυφόροι του



Εικόνα 6.14: Ο δορυφόρος Ιώ

## 6.5. Προσθήκη βίντεο

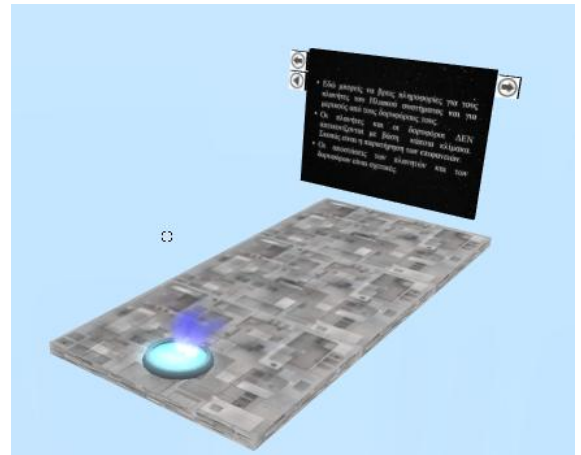
Στο τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου, υπάρχουν συνολικά 6 βίντεο. Τα δύο από αυτά αφορούν τον Ήλιο. Το πρώτο είναι ένα time-lapse βίντεο υψηλής ανάλυσης που απεικονίζει τη δραστηριότητα του Ήλιου από τις 14/10/2014 ως τις 30/10/2014. Τα δεδομένα προέρχονται από το Solar Dynamics Observatory της NASA και παρουσιάζουν τον Ήλιο στο υπεριώδες φάσμα. Το δεύτερο παρουσιάζει ηλιακές κηλίδες στην επιφάνεια του Ήλιου. Τα δεδομένα προέρχονται από το Big Bear Solar Observatory στην Καλιφόρνια και συλλέχτηκαν στις 29/9/2013. Το επόμενο βίντεο αφορά τη Σελήνη, και συγκεκριμένα την αποστολή Apollo 11 στις 20/7/1969. Περιλαμβάνει οπτικά και ηχητικά ντοκουμέντα από την προσσελήνωση, όπως επίσης και εικόνες από τους αστροναύτες (Neil Armstrong, Edwin "Buzz" Aldrin) να περπατούν στη Σελήνη. Το τέταρτο βίντεο αφορά τον Άρη και συγκεκριμένα το ρόβερ Curiosity. Περιλαμβάνει μία προσομοίωση της προσεδάφισης του ρόβερ στην επιφάνεια του πλανήτη και παρουσιάζει τις αντιδράσεις των επιστημόνων και μηχανικών του Jet Propulsion Laboratory της NASA, κατά τη διάρκεια της προσεδάφισης. Το πέμπτο βίντεο αφορά τον Δία. Δημιουργήθηκε από το Jet Propulsion Laboratory της NASA το 1979 και δείχνει την κίνηση της Μεγάλης Ερυθράς Κηλίδας του Δία. Τα δεδομένα προήλθαν από το διαστημικό όχημα Voyager 1, καθώς αυτό πλησίασε τον Δία το 1979. Το τελευταίο βίντεο αφορά τον Κρόνο. Πρόκειται για ένα επίσημο βίντεο της NASA και είναι μια προσομοίωση που αφορά το πέρασμα του διαστημικού οχήματος Voyager 2 από το σύστημα του Κρόνου.

Τα παραπάνω βίντεο βρίσκονται όλα στην ιστοσελίδα YouTube. Για την εισαγωγή τους στον εικονικό κόσμο, δημιουργήθηκαν αντικείμενα που έμοιαζαν με οθόνες. Στη συνέχεια ακολουθήθηκε η διαδικασία που επιτρέπει την απευθείας τοποθέτηση στοιχείων πολυμέσων (ήχου, βίντεο, ιστοσελίδων) επάνω σε ένα γεωμετρικό στερεό γνωστή ως *media on a prim*.

## 6.6. Εισαγωγή οδηγιών

Είναι σημαντικό ο χρήστης να μπορεί να πλοηγηθεί στον εικονικό κόσμο και να γνωρίζει με ποια στοιχεία μπορεί να αλληλεπιδράσει. Για το λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να παρασχεθούν οδηγίες. Οι οδηγίες για τον εικονικό κόσμο δημιουργήθηκαν με τη μορφή παρουσιάσεων. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε ένα αντικείμενο παρουσίασης μέσα στο παρατηρητήριο, στο οποίο

προστέθηκαν (με την ίδια διαδικασία με την οποία προστέθηκαν οι πληροφορίες), γενικές οδηγίες που αφορούν τη μεταφορά στα άλλα δύο επίπεδα και τα πλήκτρα χειρισμού των avatars. Ακόμη, τοποθετήθηκε μια *Presentation Screen* στην πλατφόρμα του δεύτερου επιπέδου, με πληροφορίες για το επίπεδο αυτό, όπως για παράδειγμα την κλίμακα, τις αποστάσεις τις ταχύτητες κτλ., καθώς και οδηγίες για τον χειρισμό των avatars. Τέλος, παρόμοιο αντικείμενο τοποθετήθηκε στην πλατφόρμα του τρίτου επιπέδου, με επιπλέον οδηγίες για την προβολή των βίντεο (Εικόνα 6.15).



Εικόνα 6.15: Πλατφόρμα στο τρίτο επίπεδο του εικονικού κόσμου

## 6.7. Προσθήκη NPC

Με τον όρο NPC (non-playable character) περιγράφονται οι χαρακτήρες ενός ηλεκτρονικού παιχνιδιού ή εικονικού κόσμου που δεν ελέγχονται από τον παίκτη/χρήστη. Στον εικονικό κόσμο που δημιουργήθηκε προστέθηκε ένας τέτοιος χαρακτήρας, με στόχο να προτρέψει τους χρήστες να εξερευνήσουν το παρατηρητήριο, ώστε να λάβουν τις απαραίτητες οδηγίες.

## 6.8. Έλεγχος εφαρμογής

Αφού ολοκληρώθηκε η εφαρμογή, δόθηκε σε ομάδα 5 ατόμων, τα οποία έλεγξαν την αρτιότητά της (beta-testing). Μετά τον έλεγχο της εφαρμογής, έγιναν μικροδιορθώσεις και βελτιώσεις, που αφορούσαν στο μέγεθος των αντικειμένων και στο αισθητικό κομμάτι του εικονικού κόσμου. Συγκεκριμένα, αφαιρέθηκαν αρκετά δέντρα και φυτά έτσι ώστε η εφαρμογή να εκτελείται πιο γρήγορα. Ακόμη, προσαρμόστηκε το ύψος της πλατφόρμας του δεύτερου επιπέδου, προκειμένου να είναι πιο εύκολο για τους χρήστες να παρακολουθήσουν τις κινήσεις των πλανητών. Επιπλέον, διορθώθηκαν οι αποστάσεις των σωμάτων στο τρίτο επίπεδο της εφαρμογής, προκειμένου να μπορούν οι χρηστές να κινούνται με μεγαλύτερη ευκολία στον χώρο, να παρατηρούν τις επιφάνειες και διαβάζουν τις πληροφορίες. Τέλος, διορθώθηκε το πρόβλημα που προέκυψε με τα βίντεο (βλ Δυσκολίες στην ανάπτυξη της εφαρμογής). Ο

εικονικός κόσμος προστέθηκε στον server του Πανεπιστημίου, όπου φιλοξενείται ο εικονικός κόσμος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ρόδου, ο οποίος περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί στο παρελθόν.

## 6.9. Κατανομή του χρόνου

Παρακάτω φαίνεται η κατανομή του χρόνου που χρειάστηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής (Πίνακας 6.1).

Πίνακας 6.1: Συνολική διάρκεια κατασκευής του εικονικού κόσμου

Στάδια κατασκευής	Ωρες
Συλλογή υλικού	20
Κατασκευή αντικειμένων	60
Προσθήκη scripts	30
Προσθήκη εικόνων, βίντεο, ιστοσελίδων, NPC	15
Έλεγχος Εφαρμογής	4
Μικροδιορθώσεις – Βελτιώσεις	6
<b>Σύνολο</b>	<b>135</b>

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, οι πιο χρονοβόρες διαδικασίες ήταν η συλλογή του υλικού, η κατασκευή των αντικειμένων και η προσθήκη των scripts. Η ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος είναι μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα, ωστόσο, μπορεί να προκύψουν μακροπρόθεσμα οφέλη από τη χρήση του, αφού όταν δημιουργηθεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές.

## 6.10. Δυσκολίες στην ανάπτυξη της εφαρμογής

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του κόσμου προέκυψαν οι εξής δυσκολίες:

- χρονοβόρα υπήρξε η διαδικασία αναζήτησης κατάλληλων και επεξηγηματικών εικόνων από αξιόπιστες πηγές.
- δυσκολία παρουσιάστηκε στη δημιουργία του κοίλου τμήματος του παρατηρητηρίου, καθώς και στην ευθυγράμμιση των αντικειμένων του θόλου με αυτό.
- αρκετά δύσκολη ήταν η δημιουργία και η ευθυγράμμιση των δακτυλίων του Κρόνου και του Ουρανού, γεγονός που φάνηκε μετά την προσθήκη της κίνησης γύρω από

αντικείμενο, στο πρώτο επίπεδο του εικονικού κόσμου· οι δακτύλιοι φαίνονται να κινούνται ανεξάρτητα από τους πλανήτες, ιδιαίτερα στην περίπτωση του Ουρανού.

- πρέπει να σημειωθεί ότι η τοποθέτηση των αντικειμένων στον εικονικό κόσμο γίνεται μέσω του avatar του χρήστη. Αυτό, προκάλεσε δυσκολίες στην τοποθέτηση μεγάλων αντικειμένων, όπως ο Ήλιος και οι πλανήτες σε μακρινές αποστάσεις.
- η εισαγωγή των πληροφοριών με τη μορφή εικόνων ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρα. Όπως προαναφέρθηκε, κάθε παρουσίαση αποθηκεύτηκε με τη μορφή εικόνων. Η αποθήκευση γινόταν με ελληνικούς χαρακτήρες, οι οποίοι, όμως, δεν αναγνωρίζονται από την εφαρμογή, με αποτέλεσμα να αλλάζει η σειρά των διαφανειών. Για το λόγο αυτό, έγινε μετονομασία της κάθε εικόνας, προκειμένου να διατηρηθεί η σειρά τους κατά την εισαγωγή τους στον εικονικό κόσμο.
- έγιναν αρκετές δοκιμές προκειμένου να δημιουργηθεί το πρώτο επίπεδο του εικονικού κόσμου. Χρειάστηκαν πολλές προσπάθειες για να παρουσιάζεται σωστά η κίνηση ενός πλανήτη γύρω από τον άξονά του, αλλά και γύρω από ένα αντικείμενο (Ήλιος).
- ιδιαίτερες δυσκολίες προέκυψαν με την εισαγωγή των βίντεο στην εφαρμογή. Αρχικά έγινε προσπάθεια εισαγωγής τους από αρχείο. Ωστόσο, η εφαρμογή παρουσίασε πρόβλημα, αφού τα βίντεο δεν εμφανίζονταν στον εικονικό κόσμο και τελικά αποφασίστηκε η εισαγωγή τους μέσω της ιστοσελίδας YouTube.
- έγιναν αρκετές δοκιμές για την εισαγωγή του NPC, ώστε να εμφανίζεται σωστά στον εικονικό κόσμο. Ακόμη, πολλές προσπάθειες έγιναν για τον χρόνο που θα εμφανίζεται το κείμενο που λέει ο χαρακτήρας. Αρχικά, ο NPC θα έλεγε περισσότερες πληροφορίες στον χρήστη, ωστόσο, το κείμενο εμφανιζόταν και εξαφανιζόταν πολύ γρήγορα ή αργούσε πολύ να εμφανιστεί. Τελικά, αποφασίστηκε ο NPC να καλωσορίζει απλά τον χρήστη στον εικονικό κόσμο και να τον οδηγεί στο παρατηρητήριο.

## **Κεφάλαιο 7: Μεθοδολογία της έρευνας**

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται το δείγμα της έρευνας, τα μέσα συλλογής των δεδομένων και η διαδικασία και σχεδιασμός της έρευνας.

### **7.1. Δείγμα**

Τον πληθυσμό της έρευνας αποτελούν φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ρόδου, της σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Το δείγμα αποτελείται συνολικά από 40 φοιτητές, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 20 ατόμων. Το δείγμα των φοιτητών επιλέχτηκε τυχαία.

Η πρώτη ομάδα αποτελείται από 17 γυναίκες και 3 άντρες. Οι φοιτητές προέρχονται από όλα τα έτη, με ηλικίες από 19-40 και μέσο όρο ηλικιών 24,4. Στην πρώτη ομάδα δόθηκαν ερωτηματολόγια (Ερωτηματολόγιο 1, 2 και 3) και ο εικονικός κόσμος, με σκοπό τον έλεγχο των γνώσεων των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα πριν και μετά τη διανομή του εικονικού περιβάλλοντος, καθώς και την καταγραφή των απόψεών τους για τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα (μέθοδος 1).

Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από 17 γυναίκες και 3 άντρες. Οι φοιτητές προέρχονται από όλα τα έτη φοίτησης με ηλικίες από 18-35 και μέσο όρο ηλικιών 22,4. Στην δεύτερη ομάδα δόθηκαν ερωτηματολόγια (Ερωτηματολόγιο 1 και 2) και οι σχετικές πληροφορίες με ένα απλό πρόγραμμα παρουσίασης, με σκοπό τον έλεγχο των γνώσεων των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα πριν και μετά τη διανομή των πληροφοριών (μέθοδος 2).

### **7.2. Μέσα συλλογής των δεδομένων**

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια. Η επιλογή ερωτηματολογίων ως μέσο συλλογής των δεδομένων έγινε, κυρίως, γιατί αποτελούν έναν αντικειμενικό και εύκολο τρόπο ελέγχου των γνώσεων των φοιτητών και καταγραφής των απόψεών τους. Ακόμη, είναι ένας γρήγορος τρόπος συλλογής και οργάνωσης των δεδομένων.

Τα ερωτηματολόγια είναι σε ηλεκτρονική μορφή και η διανομή τους έγινε με τη χρήση του Διαδικτύου, με τη μορφή Google Forms. Χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία Google Drive της Google.

Συνολικά, χρησιμοποιήθηκαν 3 ερωτηματολόγια. Τα Ερωτηματολόγια 1 και 2 (τα οποία δόθηκαν στις δύο ομάδες πριν και μετά την παροχή πληροφοριών και τη διανομή του εικονικού κόσμου) εξετάζουν τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με το ηλιακό σύστημα. Το Ερωτηματολόγιο 3 αφορά την τεχνική και χρηστική αξιολόγηση του εικονικού κόσμου και διερευνά τις απόψεις των φοιτητών σχετικά με τους τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους, καθώς και τις εντυπώσεις τους για την πλατφόρμα OpenSimulator. Το ερωτηματολόγιο αυτό δόθηκε μόνο στην πρώτη ομάδα, η οποία είχε πρόσβαση στον εικονικό κόσμο.

Το Ερωτηματολόγιο 1 περιλαμβάνει συνολικά 25 ερωτήσεις, κλειστού κυρίως τύπου, οι οποίες είναι σύντομης απάντησης και πολλαπλής επιλογής. Ειδικότερα, περιλαμβάνονται 2 δημογραφικές ερωτήσεις που αφορούν το φύλο και την ηλικία των φοιτητών, μία γενική ερώτηση σχετικά με το πλήθος των πλανητών του ηλιακού συστήματος, 3 ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο, 9 ερωτήσεις που αφορούν χαρακτηριστικά των πλανητών του ηλιακού συστήματος, 2 ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους, 7 ερωτήσεις που αφορούν δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους και μία ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος (βλ. Παράρτημα Α1).

Το Ερωτηματολόγιο 2 περιλαμβάνει συνολικά 28 ερωτήσεις, κλειστού κυρίως τύπου, οι οποίες είναι σύντομης απάντησης, πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεις τύπου πλέγματος. Ειδικότερα, περιλαμβάνονται μία γενική ερώτηση σχετικά με το ποιοι είναι οι πλανήτες του ηλιακού συστήματος (οι οποίοι πρέπει να γραφούν με σειρά απόστασης από τον Ήλιο), 4 ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο, 13 ερωτήσεις που αφορούν χαρακτηριστικά των πλανητών του ηλιακού συστήματος, 3 ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους, 6 ερωτήσεις που αφορούν δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους και μία ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές που σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος (βλ. Παράρτημα Α2).

Το Ερωτηματολόγιο 3 περιλαμβάνει συνολικά 12 ερωτήσεις, ανοικτού κυρίως τύπου, οι οποίες είναι σύντομης απάντησης και επιλογής. Ειδικότερα, περιλαμβάνονται 9 ερωτήσεις που αφορούν τη γνωστική, χρηστική και τεχνική αξιολόγηση του εικονικού κόσμου από τους φοιτητές και 3 ερωτήσεις με 2 ή 3 υποερωτήματα η κάθε μία, που αφορούν την κατασκευή και χρήση τρισδιάστατων εικονικών κόσμων στην διδασκαλία.

### 7.3. Ερευνητικός σχεδιασμός και διαδικασία

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (βλ. Κεφάλαιο 3) σχετικά με τη διδακτική των Φ.Ε., έχει διαπιστωθεί ότι σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης υπάρχουν πολλές παρανοήσεις και δυσκολίες όσον αφορά τα ουράνια φαινόμενα (Baxter 1989).

Η παρούσα έρευνα αποτελεί ποσοτική μελέτη. Ο σχεδιασμός της ξεκίνησε με βάση τον παραπάνω προβληματισμό. Συγκεκριμένα, διαμορφώθηκε το Ερωτηματολόγιο 1, το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν γενικές γνώσεις για το ηλιακό σύστημα. Το διαγνωστικό αυτό ερωτηματολόγιο δόθηκε σε τυχαίο δείγμα φοιτητών (N = 48), με σκοπό τον έλεγχο των γνώσεών τους για το ηλιακό σύστημα. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης του ερωτηματολογίου, επιβεβαιώθηκε ο παραπάνω προβληματισμός, αφού διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι φοιτητές έχουν χαμηλές γνώσεις όσον αφορά το ηλιακό σύστημα και βασικές έννοιες αστρονομίας (βλ. Κεφάλαιο 4).

Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε το εικονικό περιβάλλον για το ηλιακό σύστημα (βλ. Κεφάλαιο 6). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελέσματα των 48 φοιτητών, οι γενικές γνώσεις και ελλείψεις, κατεύθυναν το περιεχόμενο της εφαρμογής, αφού δόθηκε έμφαση σε απεικονίσεις και πληροφορίες που οι φοιτητές παρουσίασαν έλλειψη (χαρακτηριστικά πλανητών, δορυφόροι, αποστολές).

Στη συνέχεια, διαμορφώθηκαν τα ερωτηματολόγια. Δημιουργήθηκε το Ερωτηματολόγιο 2, το οποίο αφορά το ηλιακό σύστημα (όπως και το Ερωτηματολόγιο 1 το οποίο είχε ήδη δημιουργηθεί) και το Ερωτηματολόγιο 3 που αφορά την αξιολόγηση του εικονικού κόσμου. Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν σε μικρή ομάδα φοιτητών προκειμένου να ελεγχθούν.

Έπειτα, επιλέχθηκε τυχαίο δείγμα 40 ατόμων, οι οποίοι οργανώθηκαν σε δύο ομάδες των 20 ατόμων. Δόθηκε το Ερωτηματολόγιο 1 και στις δύο ομάδες προκειμένου να ελεγχθούν οι γνώσεις τους για το ηλιακό σύστημα. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε συγκέντρωση της πρώτης ομάδας, όπου έγινε παρουσίαση του εικονικού κόσμου, με σκοπό να εξοικειωθούν οι φοιτητές με το περιβάλλον και το χειρισμό. Η παραπάνω διαδικασία διήρκησε περίπου μια ώρα.

Στην επόμενη φάση, έγινε διανομή των πληροφοριών για το ηλιακό σύστημα στη δεύτερη ομάδα (μέθοδος 2). Οι πληροφορίες δόθηκαν με τη μορφή παρουσιάσεων και είναι οι ίδιες οι οποίες περιλαμβάνονται και στην εφαρμογή. Η διανομή έγινε με τη χρήση της υπηρεσίας Google Drive της Google. Επίσης, έγινε διανομή του εικονικού κόσμου στην πρώτη ομάδα



(μέθοδος 1). Η διανομή έγινε μέσω του server του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Δόθηκαν στους φοιτητές αναλυτικές οδηγίες, οι οποίες περιελάμβαναν και τα user names και passwords που χρειαζόνταν για να αποκτήσουν πρόσβαση στον εικονικό κόσμο. Κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της μία εβδομάδα για να μελετήσει τις πληροφορίες και να εξερευνήσει το εικονικό περιβάλλον.

Στο τέλος της εβδομάδας δόθηκε στους φοιτητές της δεύτερης ομάδας, που είχε πρόσβαση στις πληροφορίες, το Ερωτηματολόγιο 2. Για αποφυγή τυχόν εξαπάτησης (cheating) και για να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία της έρευνας, η δεύτερη ομάδα συγκεντρώθηκε στο Εργαστήριο Πληροφορικής σε συγκεκριμένη μέρα και ώρα και συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο. Με την ίδια διαδικασία δόθηκε το Ερωτηματολόγιο 2 και στους φοιτητές της πρώτης ομάδας, που είχε πρόσβαση στον εικονικό κόσμο. Ωστόσο, στην πρώτη ομάδα δόθηκε επιπλέον το Ερωτηματολόγιο 3 προκειμένου να αξιολογήσουν την εμπειρία τους.

Αφού ολοκληρώθηκαν οι παραπάνω διαδικασίες, τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια, οργανώθηκαν και μελετήθηκαν.

## **Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα της έρευνας**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, μετά από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχτηκαν μέσω των ερωτηματολογίων. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική, με σκοπό την οργάνωση και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, τα δεδομένα οργανώθηκαν και χρησιμοποιήθηκε η κατανομή συχνότητας με τη μορφή πινάκων, ώστε να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για την κατανομή των δεδομένων. Στο τέλος, δίνεται η μέση επίδοση των φοιτητών και το ιστόγραμμα συχνοτήτων. Η επίδοση κάθε κατηγορίας και η συνολική επίδοση υπολογίζονται από το μέσο όρο (ποσοστό) των σωστών απαντήσεων των φοιτητών. Για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των ανοικτών ερωτήσεων των ερωτηματολογίων έγινε ανάλυση περιεχομένου.

### **8.1. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου 1 σχετικά με τις γνώσεις των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα**

Στην ενότητα αυτή γίνεται συνολική ανάλυση των αποτελεσμάτων των 88 φοιτητών (των 40 που αποτελούν το δείγμα της έρευνας και των 48 στους οποίους δόθηκε αρχικά το Ερωτηματολόγιο 1), προκειμένου να δοθεί μια καλύτερη εικόνα των αρχικών γνώσεων των φοιτητών. Από τους 88 φοιτητές, οι 70 ήταν γυναίκες και οι 18 άντρες. Οι φοιτητές προέρχονται από όλα τα έτη, με ηλικίες από 18-40 και μέσο όρο ηλικιών 22,2.

#### 8.1.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών

- ▶ Πόσους πλανήτες έχει το ηλιακό μας σύστημα;

Το 56,8% των φοιτητών δεν γνώριζε το πλήθος των πλανητών του ηλιακού συστήματος (8 πλανήτες), με το 43,2% να θεωρεί ότι υπάρχουν 9 πλανήτες στο ηλιακό σύστημα, μη γνωρίζοντας ότι ο Πλούτωνας από το 2006 θεωρείται πλανήτης-νάνος και όχι πλανήτης (Πίνακας 8.1).

Πίνακας 8.1: Πόσους πλανήτες έχει το ηλιακό μας σύστημα;

Απαντήσεις	N	N%
7	12	13,6
8	38	43,2
9	38	43,2
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

### 8.1.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο

► Από τι αποτελείται ο Ήλιος;

Όσον αφορά γνώσεις σχετικά με τον Ήλιο (Πίνακας 8.2), μόνο 8 από τους 88 (9,1%) γνώριζαν από τι αποτελείται ο Ήλιος (υδρογόνο και ήλιο).

Πίνακας 8.2: Από τι αποτελείται ο Ήλιος;

Απαντήσεις	N	N%
άζωτο (N), μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	10	11,4
άζωτο (N)	9	10,2
άζωτο (N), ήλιο (He)	7	8
άζωτο (N), ήλιο (He), υδρογόνο (H)	4	4,5
άζωτο (N), υδρογόνο (H)	10	11,4
ήλιο (He)	16	18,2
ήλιο (He), μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	3	3,4
ήλιο (He), υδρογόνο (H)	8	9,1
μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	7	8
μεθάνιο (CH <sub>4</sub> ), υδρογόνο (H)	5	5,7
υδρογόνο (H)	9	10,2
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

► Τι είναι ο ηλιακός άνεμος;

Οι 77 από τους 88 φοιτητές (87,5%) γνώριζαν ότι ο ηλιακός άνεμος είναι ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων και όχι άνεμος στην επιφάνεια του Ήλιου.

- ▶ Πόσα λεπτά χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη;

Το 88,7% των φοιτητών δεν γνώριζε ότι το φως από την επιφάνεια του Ήλιου χρειάζεται 8 λεπτά για να φτάσει στη Γη (Πίνακας 8.3).

Πίνακας 8.3: Πόσα λεπτά χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη;

Απαντήσεις	N	N%
2 min	8	9,1
5 min	38	43,2
8 min	10	11,4
15 min	32	36,4
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

### 8.1.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών

- ▶ Ποιοι πλανήτες έχουν στέρεα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια και δεν έχουν στέρεα επιφάνεια;

Στο υποερώτημα που αφορούσε τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης), μόνο 6 από τους 88 φοιτητές (6,8%) απάντησαν σωστά, ενώ οι περισσότεροι (38,6%) δεν γνώριζαν την απάντηση.

Στο υποερώτημα που αφορούσε τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια (Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας), μόνο 5 από τους 88 φοιτητές (5,7%) απάντησαν σωστά, ενώ οι περισσότεροι (39,8%) δεν γνώριζαν την απάντηση.

- ▶ Ποιος πλανήτης έχει τη μικρότερη περίοδο περιφοράς γύρω από τον Ήλιο;

Στην ερώτηση αυτή, οι περισσότεροι (56,8%) απάντησαν σωστά (Ερμής). Το 22,7% των φοιτητών επέλεξε τον Άρη, το 8% επέλεξε τον Δία και το 12,5% επέλεξε τη Γη.

- ▶ Ποιος πλανήτης ονομάζεται Αποσπερίτης ή Αυγερινός και "δίδυμος πλανήτης της Γης";

Το 40% των φοιτητών επέλεξε σωστά τον πλανήτη Αφροδίτη (Πίνακας 8.4).

Πίνακας 8.4: Ποιος πλανήτης ονομάζεται Αποσπερίτης ή Αυγερινός και "δίδυμος πλανήτης της Γης";

Απαντήσεις	N	N%
Άρης	31	35,2
Αφροδίτη	32	36,4
Ερμής	13	14,8
Ποσειδώνας	12	13,6
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- Ποιο φαινόμενο δημιουργεί η κλίση του άξονα της Γης;

Στην ερώτηση αυτή, οι περισσότεροι φοιτητές (73,9%) απάντησαν σωστά (η κλίση του άξονα της Γης προκαλεί τις τέσσερις εποχές). Το 10,2% επέλεξε τις παλίρροιες και το 15,9% το πολικό Σέλας.

- Πού βρίσκεται το όρος Όλυμπος, το μεγαλύτερο βουνό του ηλιακού συστήματος;

Στην ερώτηση σχετικά με τον Όλυμπο, οι περισσότεροι (40%), απάντησαν ότι βρίσκεται στη Γη· μόνο το 30% του δείγματος απάντησε σωστά (Πίνακας 8.5).

Πίνακας 8.5: Πού βρίσκεται το όρος Όλυμπος, το μεγαλύτερο βουνό του ηλιακού συστήματος;

Απαντήσεις	N	N%
Άρη	24	27,3
Γη	42	47,7
Δία	12	13,6
Κρόνος	10	11,4
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- Πόσους δακτυλίους έχει ο Κρόνος;

Οι περισσότεροι φοιτητές (51,1%) απάντησαν σωστά ότι ο Κρόνος έχει 7 δακτυλίους. Το 30,7% απάντησε ότι ο Κρόνος έχει 2 δακτυλίους, το 13,6% απάντησε ότι έχει έναν δακτύλιο και 4 φοιτητές (4,5%) απάντησαν ότι έχει 15 δακτυλίους.

- Ποιοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος έχουν δακτυλίους;

Στην ερώτηση αυτή, μόνο δύο φοιτητές (2,3%) απάντησαν σωστά. Οι περισσότεροι (39,8%) απάντησαν μόνο τον Κρόνο (Πίνακας 8.6).

Πίνακας 8.6: Ποιοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος έχουν δακτυλίους;

Απαντήσεις	N	N%
Άρης, Δίας, Κρόνος	1	1,1
Άρης, Κρόνος	2	2,3
Αφροδίτη	1	1,1
Αφροδίτη, Κρόνος	1	1,1
Γη	1	1,1
Γη, Κρόνος	1	1,1
Δεν γνωρίζω	23	26,1
Δίας, Κρόνος	8	9,1
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	4	4,5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	2	2,3
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	1	1,1
Ερμής, Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	1	1,1
Ήλιος	1	1,1
Κρόνος	35	39,8
Κρόνος, Ουρανός	4	4,5
Κρόνος, Ουρανός, Πλούτωνας	1	1,1
Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	1,1
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- Ποιος πλανήτης περιστρέφεται πλάγια (κλίση του άξονα περιστροφής ίση με 90°);

Οι περισσότεροι φοιτητές (40,9%) επέλεξαν τον Κρόνο και μόνο το 27,3% απάντησε σωστά (Ουρανός). Το 18,2% των φοιτητών επέλεξε τον Δία και το 13,6% τον Ερμή.

- Ποιος πλανήτης ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση;

Στην ερώτηση αυτή, η πλειοψηφία (35%) των φοιτητών απάντησε ο Πλούτωνας, ενώ το 30% απάντησε σωστά τον Ποσειδώνα (Πίνακας 8.7).

Πίνακας 8.7: Ποιος πλανήτης ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση;

Απαντήσεις	N	N%
Ερμής	24	27,3
Κρόνος	10	11,4
Πλούτωνας	30	34,1
Ποσειδώνας	24	27,3
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

#### 8.1.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους

- Τι είναι ο Πλούτωνας;

Οι περισσότεροι φοιτητές (40,9%) απάντησαν σωστά ότι ο Πλούτωνας είναι πλανήτης-νάνος (Πίνακας 8.8).

Πίνακας 8.8: Τι είναι ο Πλούτωνας;

Απαντήσεις	N	N%
αστεροειδής	13	14,8
δορυφόρος	18	20,5
πλανήτης	21	23,9
πλανήτης-νάνος	36	40,9
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- Τι είναι οι πλανήτες-νάνοι;

Σε αντίθεση με την παραπάνω ερώτηση, μόνο λίγοι φοιτητές γνώριζαν τι είναι ένας πλανήτης-νάνος, αφού στη σχετική ερώτηση απάντησε σωστά το 12,5% των φοιτητών. Οι περισσότεροι (47,6%) επέλεξαν τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό που δεν ανήκει σε πλανήτες-νάνους, ενώ το 39,7% επέλεξε μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου.

### 8.1.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους

#### ► Ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους;

Στην ερώτηση για το ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους (Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας), σωστά απάντησε το 3,4% των φοιτητών. Οι περισσότεροι (28,4%) ανέφεραν μόνο τη Γη, το 27,3% απάντησε ότι δεν γνωρίζει, το 19,4% ανέφεραν μόνο μερικούς από τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους και το 8,9% ανέφερε πλανήτες που δεν έχουν δορυφόρους, Μερικοί (11,2%) αν και η ερώτηση ξεκάθαρα ζητούσε πλανήτες, περιέλαβαν στις απαντήσεις τους τον Πλούτωνα (πλανήτης-νάνος), τον Ήλιο (άστρο) και τη Σελήνη (δορυφόρος), ενώ ένας φοιτητής (1,1%) απάντησε ότι όλοι οι πλανήτες έχουν δορυφόρους.

#### ► Ονομάστε όσους δορυφόρους γνωρίζετε.

Η ερώτηση αυτή είναι μια ανοιχτή ερώτηση, η οποία ζητούσε από τους φοιτητές να ονομάσουν όσους δορυφόρους γνώριζαν μαζί με τους αντίστοιχους πλανήτες. Το 38,6% των φοιτητών απάντησε ότι δεν γνωρίζει και 28 από τους 88 φοιτητές (31,8%) απάντησαν μόνο τη Σελήνη. Το 10% έγραψε σωστά μερικούς δορυφόρους με τους αντίστοιχους πλανήτες, το 6,6% έγραψε ονόματα δορυφόρων χωρίς τον αντίστοιχο πλανήτη, το 6,6% ανέφερε πλανήτες και το 3,3% έγραψε μερικούς δορυφόρους με λάθος πλανήτες.

#### ► Ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν στη Σελήνη κατά τη διάρκεια της αποστολής Apollo 11;

Στη ερώτηση που αφορούσε την αποστολή Apollo 11 στη Σελήνη, μόνο το 11,4% των φοιτητών γνώριζε τους δύο αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη. Οι περισσότεροι (61,4%) επέλεξαν μόνο έναν από τους δύο (Πίνακας 8.9).

Πίνακας 8.9: Ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν στη Σελήνη κατά τη διάρκεια της αποστολής Apollo 11;

Απαντήσεις	N	N%
Edwin "Buzz" Aldrin	11	12,5
Edwin "Buzz" Aldrin, John Glenn	1	1,1
Edwin "Buzz" Aldrin, Neil Armstrong	10	11,4



Edwin "Buzz" Aldrin, Yuri Gagarin	1	1,1
John Glenn	3	3,4
John Glenn, Neil Armstrong	5	5,7
Neil Armstrong	43	48,9
Neil Armstrong, Yuri Gagarin	5	5,7
Yuri Gagarin	9	10,2
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- ▶ Ποιος είναι ο μεγαλύτερος δορυφόρος του ηλιακού συστήματος;

Οι περισσότεροι φοιτητές (50%) επέλεξαν τον Τιτάνα, ενώ τη σωστή απάντηση (Γανυμήδης) επέλεξε το 14,8%. Το 31,8% των φοιτητών επέλεξε τη Σελήνη και το 3,4% επέλεξε την Ευρώπη.

- ▶ Ποιος δορυφόρος είναι γνωστός και ως "δορυφόρος - πίτσα";

Η πλειοψηφία των φοιτητών (36,4%) επέλεξε τη Μιράντα, ενώ τη σωστή απάντηση (Ιώ) επέλεξε το 26,1% του δείγματος (Πίνακας 8.10).

Πίνακας 8.10: Ποιος δορυφόρος είναι γνωστός και ως "δορυφόρος - πίτσα";

Απαντήσεις	N	N%
Ευρώπη	14	15,9
Ιώ	23	26,1
Μιράντα	32	36,4
Τιτάνας	19	21,6
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- ▶ Σε ποιον δορυφόρο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης νερού;

Στην ερώτηση αυτή, μόνο το 27,3% επέλεξε την Ευρώπη (Πίνακας 8.11).

Πίνακας 8.11: Σε ποιον δορυφόρο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης νερού;

Απαντήσεις	N	N%
Ευρώπη	24	27,3
Μιράντα	18	20,5
Σελήνη	46	52,3
<b>Σύνολο</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>

- ▶ Η ατμόσφαιρα ποιου δορυφόρου είναι παρόμοια με την ατμόσφαιρα της πρώιμης Γης πριν η ζωή εμφανιστεί στον πλανήτη;

Μόνο το 42% των φοιτητών γνώριζε ότι η ατμόσφαιρα του Τιτάνα είναι παρόμοια με την ατμόσφαιρα της πρώιμης Γης· η πλειοψηφία (58%) επέλεξε τον Γανυμήδη.

#### 8.1.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες

- ▶ Γνωρίζετε κάποια αποστολή με στόχο τη μελέτη πλανητών;

Η τελευταία ερώτηση εξετάζει τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τις αποστολές που έχουν γίνει για τη μελέτη των πλανητών του ηλιακού συστήματος. Το 73,9% των φοιτητών δεν γνώριζε κάποια αποστολή. Το 10,1% ανέφερε τις αποστολές Apollo 11 και Apollo 13 στη Σελήνη. Το 2,2% ανέφεραν την NASA. Ένας φοιτητής (1,1%) ανέφερε τις αποστολές Columbia, Challenger και Apollo, χωρίς όμως να εξηγεί το σκοπό τους. Ακόμη, ένας άλλος φοιτητής ανέφερε τα διαστημικά οχήματα Voyager 1 και Voyager 2, με σκοπό «την εξερεύνηση του ηλιακού συστήματος μέχρι και τον Πλούτωνα» (οι αποστολές Voyager δεν πέρασαν από τον πλανήτη-νάνο Πλούτωνα και ταξιδεύουν πλέον στα όρια του ηλιακού συστήματος). Ένας φοιτητής ανέφερε το ρόβερ Curiosity στον Άρη, ενώ το 4,4% ανέφερε ότι έγινε μια αποστολή στον Άρη, για το αν «μπορεί να κατοικηθεί». Τέλος, ένας φοιτητής ανέφερε ότι δεν γνωρίζει ονόματα, αλλά «κατά καιρούς η NASA στέλνει διαστημικά λεωφορεία επανδρωμένα ή μη, ή κάποια σαν ρομποτάκια ειδικά για τέτοιες αποστολές, τα οποία στέλνουν φωτογραφίες και πληροφορίες στη Γη».

### 8.1.7. Συνολική επίδοση

Συνολικά, οι φοιτητές απάντησαν σωστά σε 6,69 ερωτήσεις από τις 22 (σκορ 30,4%), κατά μέσο όρο. Παρακάτω φαίνεται η επίδοση των φοιτητών ανά κατηγορία, καθώς και η συνολική επίδοση (Πίνακας 8.12). Ακόμη, φαίνεται το ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών (Γράφημα 8.1).

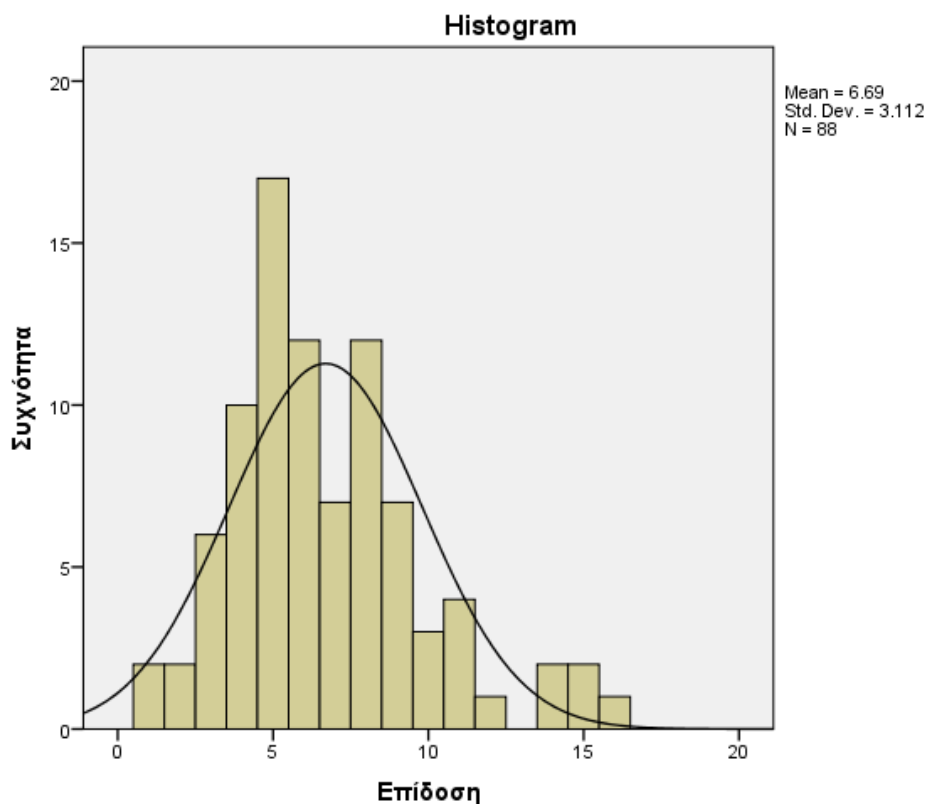
Πίνακας 8.12: Η επίδοση των φοιτητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο

Κατηγορία	Επίδοση (%)
Πλήθος Πλανητών	43
Ήλιος	44,3
Πλανήτες	31,5
Πλανήτες - νάνοι	26,5
Δορυφόροι	20,8
<b>Συνολικά</b>	<b>30,4</b>

<b>Μέσος όρος</b>	<b>6,69</b>
<b>Τυπική απόκλιση</b>	<b>3,112</b>

Γράφημα 8.1: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών



## 8.2. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των Ερωτηματολογίων 1 και 2 σχετικά με το ηλιακό σύστημα πριν και μετά τη διανομή του εικονικού περιβάλλοντος (Μέθοδος 1)

### 8.2.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών

Οι περισσότεροι φοιτητές (65%), στο Ερωτηματολόγιο 1, απάντησαν σωστά ότι υπάρχουν 8 πλανήτες στο ηλιακό σύστημα. Στο Ερωτηματολόγιο 2, και αφού εξερεύνησαν τον εικονικό κόσμο, το 90% έγραψε σωστά τους πλανήτες. Ένας φοιτητής (5%) περιέλαβε στην απάντησή του και τον Πλούτωνα, διευκρινίζοντας, όμως, ότι πρόκειται για πλανήτη-νάνο και ένας άλλος (5%) περιέλαβε στην απάντησή του τη Σελήνη και τον Πλούτωνα.

### 8.2.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο

Όσον αφορά τη σύσταση του Ήλιου, αρχικά μόνο το 10% των φοιτητών γνώριζε τη σωστά απάντηση, ενώ μετά τη διανομή του εικονικού κόσμου, σωστά απάντησε το 90% (Πίνακας 8.13).

Πίνακας 8.13: Συγκριτικός πίνακας για τη σύσταση του Ήλιου

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
άζωτο (N)	3	15	-	-
άζωτο (N), ήλιο (He)	2	10	-	-
άζωτο (N), ήλιο (He), υδρογόνο (H)	1	5	-	-
άζωτο (N), μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	2	10	-	-
ήλιο (He)	3	15	1	5
ήλιο (He), μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	1	5	-	-
ήλιο (He), υδρογόνο (H)	2	10	18	90
μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	1	5	-	-
μεθάνιο (CH <sub>4</sub> ), υδρογόνο (H)	3	15	-	-
υδρογόνο (H)	2	10	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Για τον ηλιακό άνεμο, οι περισσότεροι φοιτητές γνώριζαν ότι είναι ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων (Ερωτηματολόγιο 1: 90%, Ερωτηματολόγιο 2: 95%). Σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως από την επιφάνεια του Ήλιου για να φτάσει στη Γη, το 60% δεν γνώριζε αρχικά ότι χρειάζεται 8 λεπτά, αλλά μετά την εφαρμογή της Μεθόδου 1, το 95% γνώριζε την απάντηση (Πίνακας 8.14).

Πίνακας 8.14: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
2 min	8	40	-	-
5 min	1	5	1	5
8 min	8	40	19	95
15 min	3	15	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Τέλος, οι περισσότεροι φοιτητές (95%) έμαθαν ότι οι ηλιακές κηλίδες έχουν θερμοκρασία μικρότερη σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια του Ήλιου.

Συνολικά, όσον αφορά τις γνώσεις των φοιτητών για τον Ήλιο, στο αρχικό ερωτηματολόγιο η επίδοση των φοιτητών ήταν 46,7%· στο Ερωτηματολόγιο 2 η επίδοση ήταν 93,75%.

### 8.2.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών

Όσον αφορά ειδικότερα χαρακτηριστικά των πλανητών (π.χ. ατμόσφαιρα, στοιχεία επιφάνειας, δακτύλιοι κτλ), παρατηρήθηκε πρόοδος ανάμεσα στις απαντήσεις των φοιτητών μεταξύ αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου. Παραθέτονται μερικά ενδεικτικά παραδείγματα.

Ως προς το ποιοι πλανήτες έχουν στέρα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια, αρχικά, μόνο το 10% γνώριζε την απάντηση, ενώ μετά την παροχή των πληροφοριών σωστά απάντησε το 90% των φοιτητών (Πίνακες 8.15 και 8.16).

Πίνακας 8.15: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Αφροδίτη, Γη, Άρης	2	10	-	-
Γη, Άρης	1	5	-	-
Γη, Σελήνη	1	5	-	-
Δεν γνωρίζω	8	40	-	-
Ερμής, Αφροδίτη	2	10	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Γη	1	5	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης	2	10	18	90
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Πλούτωνας	1	5	1	5
Ερμής, Γη, Άρης	-	-	1	5
Ερμής, Γη, Άρης, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Ήλιος, Γη	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 8.16: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Αφροδίτη, Άρης, Δίας	1	5	-	-
Αφροδίτη, Δίας, Κρόνος, Ουρανός	1	5	-	-
Δεν γνωρίζω	7	35	-	-
Δίας, Κρόνος	3	15	-	-
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	-	-	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	2	10	18	90
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	1	5	-	-
Ερμής, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-

Κρόνος, Ουρανός	1	5	-	-
Κρόνος, Πλούτωνα	1	5	-	-
Ουρανός	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Όσον αφορά τον Ερμή (πλανήτης με τη μικρότερη περίοδο περιφοράς γύρω από τον Ήλιο), στο τελικό ερωτηματολόγιο απάντησαν σωστά όλοι οι φοιτητές, ενώ αρχικά μόνο το 60% γνώριζε την απάντηση.

Για τον Όλυμπο, αρχικά μόνο το 30% απάντησε σωστά ότι βρίσκεται στον Άρη, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο σωστά απάντησε το 95% των φοιτητών.

Σχετικά με τον πλανήτη που ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση, ενώ αρχικά μόνο το 30% των φοιτητών γνώριζε ότι πρόκειται για τον Ποσειδώνα, στο Ερωτηματολόγιο 2 το 95% επέλεξε τη σωστή απάντηση.

Όσον αφορά τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 8.17 (Ερωτηματολόγιο 1: 5%, Ερωτηματολόγιο 2: 90%).

Πίνακας 8.17: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Δεν γνωρίζω	6	30	-	-
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	2	10	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	18	90
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	-	-	1	5
Κρόνος	10	50	-	-
Κρόνος, Ουρανός	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Επιπλέον, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας, στο Ερωτηματολόγιο 2, απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό σωστά σε ερωτήσεις σχετικά με χαρακτηριστικά των πλανητών (οι οποίες δεν υπήρχαν στο Ερωτηματολόγιο 1), όπως για παράδειγμα:

- Όλοι οι φοιτητές απάντησαν σωστά ότι η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης αποτελείται κυρίως από διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).
- Το 90% των φοιτητών γνώριζε ότι Μεγάλη Σκοτεινή Κηλίδα εντοπίστηκε στον Ποσειδώνα.
- Το 95% επέλεξε σωστά ότι το μπλε χρώμα του Ουρανού και του Ποσειδώνα οφείλεται στην ύπαρξη μεθανίου.
- Το 95% των φοιτητών απάντησε σωστά ότι η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα είναι ένας τεράστιος τυφώνας.

Συνολικά, η επίδοση των φοιτητών σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών ήταν 35,5% στο Ερωτηματολόγιο 1 και 93,9% στο Ερωτηματολόγιο 2.

#### 8.2.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους

Οι φοιτητές, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, γνώριζαν σε ποσοστό 55% ότι ο Πλούτωνας είναι πλανήτης-νάνος, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο όλοι οι φοιτητές γνώριζαν τη σωστή απάντηση.

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου, στο Ερωτηματολόγιο 1, μόνο λίγοι από την πρώτη ομάδα γνώριζαν τι είναι ένας πλανήτης-νάνος, αφού στη σχετική ερώτηση απάντησε σωστά το 15% των φοιτητών. Οι περισσότεροι (50%) επέλεξαν τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό που δεν ανήκει σε πλανήτες-νάνους, ενώ το 35% επέλεξε μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2, το 80% των φοιτητών επέλεξε σωστά. Κανένας φοιτητής δεν επέλεξε κάποιο χαρακτηριστικό που να μην ανήκει σε πλανήτες-νάνους (Πίνακας 8.18).

Πίνακας 8.18: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο	1	5	-	-
δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	1	5	2	10
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες	6	30	2	10
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο	1	5	-	-



είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	3	15	16	80
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα, δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο	1	5	-	-
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, μπορούν να είναι δορυφόροι	6	30	-	-
μπορούν να είναι δορυφόροι	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Τέλος, η πλειοψηφία των φοιτητών (95%) έμαθε ότι η Δήμητρα βρίσκεται στην Κύρια Ζώνη Αστεροειδών.

Συνολικά, η επίδοση των φοιτητών για τους πλανήτες-νάνους στο πρώτο ερωτηματολόγιο ήταν 35%, ενώ στο δεύτερο ερωτηματολόγιο η επίδοση ήταν 91,7%.

#### 8.2.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους

Όσον αφορά το ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους, στο πρώτο ερωτηματολόγιο, μόνο το 5% των φοιτητών απάντησε σωστά. Επιπλέον, στην ερώτηση σχετικά με τους δορυφόρους που γνωρίζουν οι περισσότεροι (70%) απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν κάποιο δορυφόρο (35%) ή ανέφεραν μόνο τη Σελήνη (35%).

Αντίθετα, στο δεύτερο ερωτηματολόγιο, το 85% γνώριζε ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους. Επιπλέον, στην ερώτηση που έπρεπε να αντιστοιχήσουν τους δορυφόρους με τους πλανήτες, οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν σωστά, με σκορ 96,8% (Πίνακας 8.19). Επομένως, υπήρξε σημαντική πρόοδος όσον αφορά βασικές γνώσεις για τους δορυφόρους, αφού οι φοιτητές της πρώτης ομάδας, όχι μόνο έμαθαν ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους, αλλά αντιστοιχίαν σωστά τους δορυφόρους με τους πλανήτες.

Πίνακας 8.19: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Αφροδίτη, Άρης	1	5	-	-
Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Γη	5	25	-	-

Γη, Άρης, Δίας	1	5	-	-
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	1	5	2	10
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας (πλανήτης-νάνος)	-	-	1	5
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	17	85
Γη, Δίας	1	5	-	-
Γη, Κρόνος, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Γη, Σελήνη	1	5	-	-
Δεν γνωρίζω	6	30	-	-
Όλοι	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Στη ερώτηση που αφορούσε την αποστολή Apollo 11 στη Σελήνη, στο πρώτο ερωτηματολόγιο, μόνο το 20% των φοιτητών γνώριζε τους δύο αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη. Οι περισσότεροι (60%) επέλεξαν μόνο έναν από τους δύο. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2, οι περισσότεροι φοιτητές (90%) γνώριζαν ότι οι πρώτοι αστροναύτες που περπάτησαν στη Σελήνη ήταν οι Edwin "Buzz" Aldrin και Neil Armstrong (Πίνακας 8.20).

Πίνακας 8.20: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Edwin "Buzz" Aldrin	3	15	-	-
Edwin "Buzz" Aldrin, Neil Armstrong	4	20	18	90
Edwin "Buzz" Aldrin, Yuri Gagarin	1	5	-	-
Neil Armstrong	9	45	2	10
Neil Armstrong, Yuri Gagarin	1	5	-	-
Yuri Gagarin	2	10	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά ορισμένων δορυφόρων του ηλιακού συστήματος, παρουσιάζονται μερικά ενδεικτικά παραδείγματα.

Ως προς τον μεγαλύτερο δορυφόρο του ηλιακού συστήματος, αρχικά, μόνο το 25% επέλεξε τον Γανυμήδη, ενώ στο Ερωτηματολόγιο 2, σωστά απάντησε το 95% των φοιτητών.

Όσον αφορά την Ιώ, αρχικά μόνο το 30% γνώριζε ότι λέγεται και "δορυφόρος - πίτσα" εξαιτίας της επιφάνειάς της. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2 όλοι οι φοιτητές επέλεξαν σωστά την Ιώ ως τον δορυφόρο με τα περισσότερα ηφαίστεια ("δορυφόρος-πίτσα").

Ακόμη, πριν την παροχή των πληροφοριών, μόνο το 45% γνώριζε ότι η ατμόσφαιρα του Τιτάνα είναι παρόμοια με την ατμόσφαιρα της πρώιμης Γης. Αντίθετα, μετά την εφαρμογή της μεθόδου 2, το 95% των φοιτητών γνώριζε τη σωστή απάντηση.

Τέλος, σχετικά με την ύπαρξη νερού σε δορυφόρο, στο Ερωτηματολόγιο 1 το 35% επέλεξε την Ευρώπη, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο, 18 από τους 20 φοιτητές (90%) απάντησαν σωστά.

Επιπλέον, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας, στο Ερωτηματολόγιο 2, απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό σωστά σε ερωτήσεις σχετικά με χαρακτηριστικά των δορυφόρων (οι οποίες δεν υπήρχαν στο Ερωτηματολόγιο 1), όπως για παράδειγμα:

- Όλοι φοιτητές της πρώτης ομάδας γνώριζαν ότι οι θάλασσες στη Σελήνη είναι στην πραγματικότητα σκοτεινές περιοχές λάβας.
- Για τη Μιράντα, το 95% επέλεξε σωστά ότι η επιφάνειά τους αποτελείται από τοπία διαφορετικής γεωλογικής μορφής που διαδέχονται το ένα το άλλο χωρίς ομαλή μετάβαση.
- Ως προς τον δορυφόρο που έχει το αρχαιότερο έδαφος στο ηλιακό σύστημα, η πλειοψηφία (95%) επέλεξε σωστά την Καλλιστώ.
- Όσον αφορά το πιο παγωμένο σώμα του ηλιακού συστήματος, οι περισσότεροι (95%) επέλεξαν σωστά τον Τρίτωνα.

Συνοψίζοντας, όσον αφορά τις γνώσεις των φοιτητών για τους δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους, στο αρχικό ερωτηματολόγιο η επίδοση των φοιτητών ήταν 28,3%, ενώ στο Ερωτηματολόγιο 2 η επίδοση ήταν 95,65%. Φαίνεται, λοιπόν, μια σημαντική πρόοδος των γνώσεων των φοιτητών σχετικά με τους δορυφόρους.

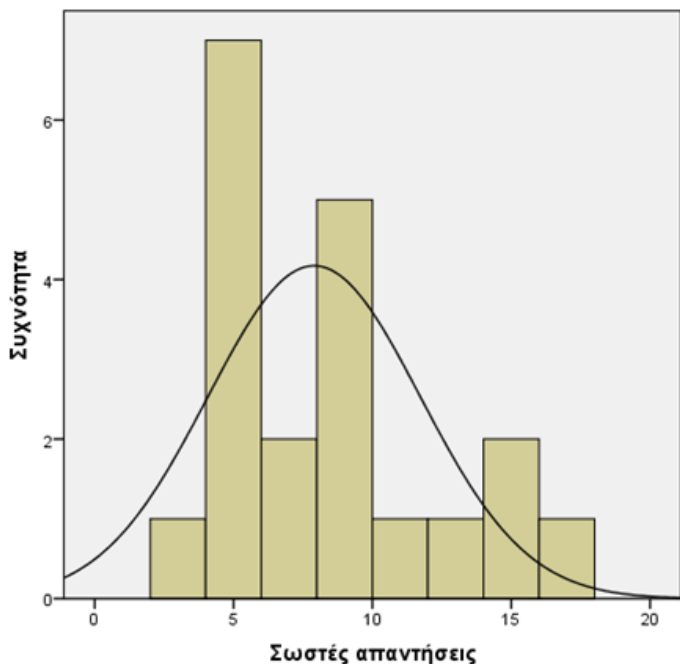
### 8.2.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες

Στο Ερωτηματολόγιο 1, στη σχετική ερώτηση, οι περισσότεροι φοιτητές (80%) δεν γνώριζαν καμία αποστολή για την εξερεύνηση πλανητών του ηλιακού συστήματος. Αντίθετα, στην ερώτηση του Ερωτηματολογίου 2, όπου οι φοιτητές έπρεπε να αντιστοιχήσουν τις αποστολές με τους πλανήτες, ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων ήταν 7 από 8 (σκορ 93,125%).

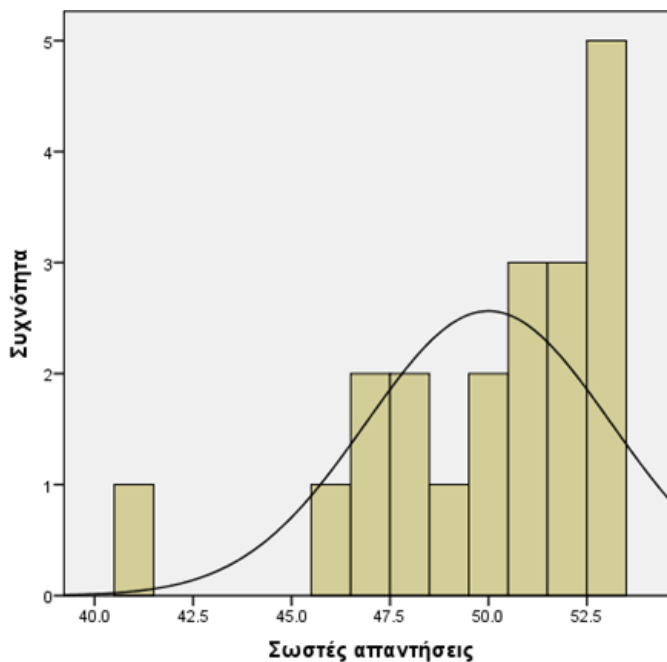
### 8.2.7. Συνολική επίδοση

Συνολικά, στο Ερωτηματολόγιο 1, οι φοιτητές απάντησαν σωστά σε 7,9 ερωτήσεις από τις 22 (σκορ 35,9%), κατά μέσο όρο. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2 απάντησαν σωστά σε 50 ερωτήσεις από τις 53 (σκορ 94,3%), κατά μέσο όρο. Παρακάτω παρουσιάζονται τα ιστογράμματα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών στα Ερωτηματολόγια 1 και 2 (Γράφημα 8.2 και 8.3). Ακόμη, φαίνεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων (ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών, Πίνακας 8.21) και το γράφημα της ατομικής επίδοσης των φοιτητών στα δύο ερωτηματολόγια (Γράφημα 8.4).

Γράφημα 8.2: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών, Ερωτηματολόγιο 1



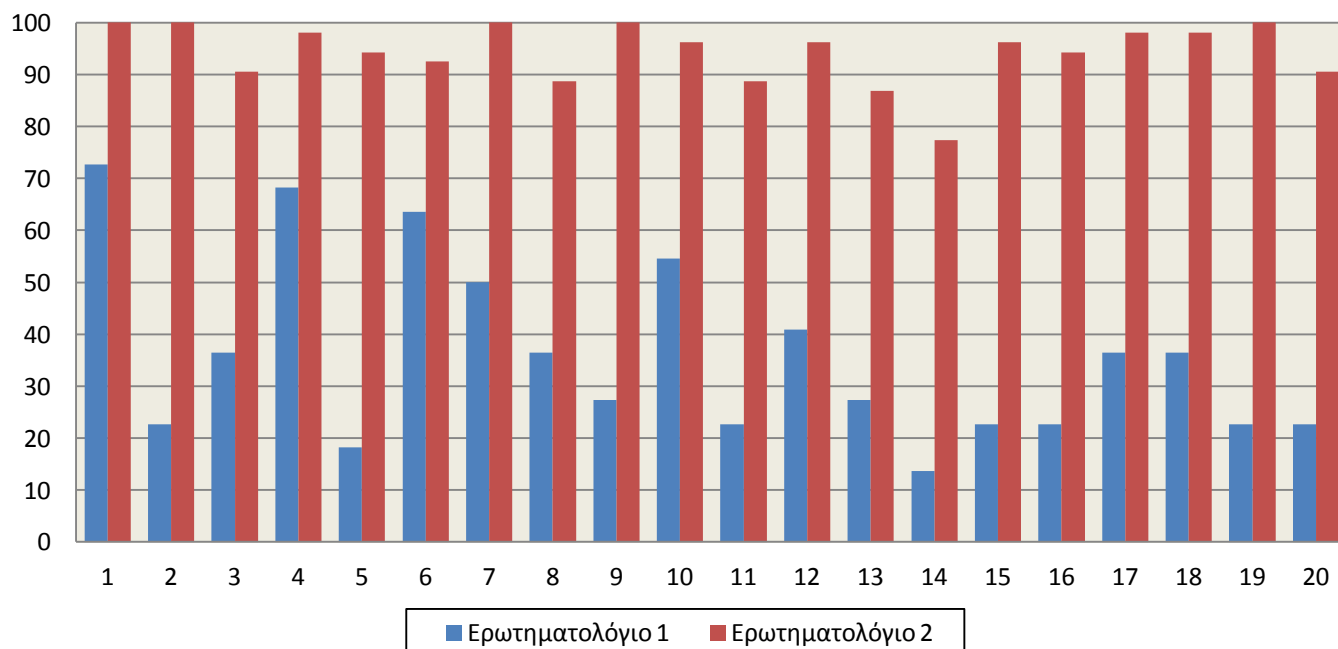
Γράφημα 8.3: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών, Ερωτηματολόγιο 2



Πίνακας 8.21: Η ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

a/a	Ερωτηματολόγιο 1	Ερωτηματολόγιο 2
1	72.7	100
2	22.7	100
3	36.4	90.6
4	68.2	98.1
5	18.2	94.3
6	63.6	92.5
7	50.0	100
8	36.4	88.7
9	27.3	100
10	54.5	96.2
11	22.7	88.7
12	40.9	96.2
13	27.3	86.8
14	13.6	77.4
15	22.7	96.2
16	22.7	94.3
17	36.4	98.1
18	36.4	98.1
19	22.7	100
20	22.7	90.6
<b>Μέσος όρος</b>	35,9	94,3
<b>Τυπική Απόκλιση</b>	17,3805	5,8569

Γράφημα 8.4: Η ατομική επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο



### 8.3. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των Ερωτηματολογίων 1 και 2 σχετικά με το ηλιακό σύστημα πριν και μετά την παροχή του διαδικτυακού υλικού (Μέθοδος 2)

#### 8.3.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών

Οι περισσότεροι φοιτητές (55%), στο Ερωτηματολόγιο 1, απάντησαν σωστά ότι υπάρχουν 8 πλανήτες στο ηλιακό σύστημα. Ωστόσο, στο Ερωτηματολόγιο 2, και αφού διάβασαν τις πληροφορίες, μόνο το 45% έγραψε σωστά τους πλανήτες. Αρκετοί (15%) περιέλαβαν στις απαντήσεις τους τον πλανήτη-νάνο Πλούτωνα και άλλοι (20%) συμπεριέλαβαν στην απάντησή τους τον Ήλιο. Πρόοδος παρατηρείται όσον αφορά τον πλανήτη-νάνο Πλούτωνα, αφού αρχικά το 35% τον θεωρούσε πλανήτη, ενώ μετά την παροχή των πληροφοριών μόνο το 15% έκανε το ίδιο. (Πίνακας 8.22).

Πίνακας 8.22: Ποιοι είναι οι πλανήτες του ηλιακού συστήματος;

Απαντήσεις	N	N%
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	9	45
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	3	15
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	1	5
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Κρόνος, Ουρανός, Δίας, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	1	5
Ερμής, Γη, Αφροδίτη, Δίας	1	5
Ήλιος, Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	4	20
Ήλιος, Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Σελήνη, Άρης, Δίας, Ιώ, Ευρώπη, Γανυμήδης, Καλλιστώ, Κρόνος, Τιτάνας, Ουρανός, Μιράντα, Ποσειδώνας, Τρίτωνας, Πλανήτες - νάνοι	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

#### 8.3.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο

Όσον αφορά τη σύσταση του Ήλιου, αρχικά μόνο το 10% των φοιτητών γνώριζε τη σωστά απάντηση, ενώ μετά την παροχή των πληροφοριών σωστά απάντησε το 85% (Πίνακας 8.23).

Πίνακας 8.23: Συγκριτικός πίνακας για τη σύσταση του Ήλιου

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
άζωτο (N), ήλιο (He)	1	5	-	-
άζωτο (N), ήλιο (He), υδρογόνο (H)	3	15	2	10
άζωτο (N), μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	2	10	-	-
άζωτο (N), υδρογόνο (H)	3	15	1	5
ήλιο (He)	5	25	-	-
ήλιο (He), υδρογόνο (H)	2	10	17	85
μεθάνιο (CH <sub>4</sub> ), υδρογόνο (H)	1	5	-	-
υδρογόνο (H)	3	15	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Για τον ηλιακό άνεμο, οι περισσότεροι φοιτητές γνώριζαν ότι είναι ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων (Ερωτηματολόγιο 1: 90%, Ερωτηματολόγιο 2: 95%). Σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως από την επιφάνεια του Ήλιου για να φτάσει στη Γη, το 60% δεν γνώριζε αρχικά ότι χρειάζεται 8 λεπτά, αλλά μετά την εφαρμογή της μεθόδου 2, το 80% γνώριζε την απάντηση (Πίνακας 8.24).

Πίνακας 8.24: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
2 min	8	40	3	15
5 min	2	10	1	5
8 min	8	40	16	80
15 min	2	10	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Τέλος, οι περισσότεροι φοιτητές (90%) έμαθαν ότι οι ηλιακές κηλίδες έχουν θερμοκρασία μικρότερη σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια του Ήλιου.

Συνολικά, όσον αφορά τις γνώσεις των φοιτητών για τον Ήλιο, στο αρχικό ερωτηματολόγιο η επίδοση των φοιτητών ήταν 46,7%, στο Ερωτηματολόγιο 2 η επίδοση ήταν 87,5%.

### 8.3.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών

Όσον αφορά ειδικότερα χαρακτηριστικά των πλανητών (π.χ. ατμόσφαιρα, στοιχεία επιφάνειας, δακτύλιοι κτλ), παρατηρήθηκε πρόοδος ανάμεσα στις απαντήσεις των φοιτητών μεταξύ αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου. Παραθέτονται μερικά ενδεικτικά παραδείγματα.

Ως προς το ποιοι πλανήτες έχουν στέρεα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια, αρχικά, μόνο το 10% γνώριζε την απάντηση, ενώ μετά την παροχή των πληροφοριών σωστά απάντησε το 60% των φοιτητών (Πίνακες 8.25 και 8.26).

Πίνακας 8.25: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Αφροδίτη, Γη	1	5	-	-
Αφροδίτη, Γη, Άρης	-	-	3	15
Αφροδίτη, Γη, Άρης, Πλούτωνας	2	10	-	-
Αφροδίτη, Γη, Άρης, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Γη	3	15	-	-
Γη, Άρης, Δίας	1	5	-	-
Δεν γνωρίζω	5	25	-	-
Ερμής	1	5	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Γη	-	-	1	5
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης	2	10	12	60
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Κρόνος	1	5	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Πλούτωνας	-	-	1	5
Ερμής, Γη	1	5	2	10
Ερμής, Γη, Άρης	1	5	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>



Πίνακας 8.26: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Άρης	1	5	-	-
Αφροδίτη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	1	5
Δεν γνωρίζω	5	25	1	5
Δίας	1	5	2	10
Δίας, Κρόνος	1	5	-	-
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Πλούτωνας	-	-	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	2	10	12	60
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	1	5	-	-
Δίας, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Ερμής, Άρης, Δίας	1	5	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Κρόνος, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Ερμής, Δίας	1	5	-	-
Ερμής, Δίας, Ουρανός	1	5	-	-
Ήλιος, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Ήλιος, Δίας, Κρόνος	2	10	-	-
Ήλιος, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Ήλιος, Ερμής, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Κανένας	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Όσον αφορά τον Ερμή (πλανήτης με τη μικρότερη περίοδο περιφοράς γύρω από τον Ήλιο), στο τελικό ερωτηματολόγιο απάντησε σωστά το 95% των φοιτητών, ενώ αρχικά μόνο το 20% γνώριζε την απάντηση.

Για τον Όλυμπο, αρχικά μόνο το 30% απάντησε σωστά ότι βρίσκεται στον Άρη, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο σωστά απάντησε το 80% των φοιτητών.

Σχετικά με τον πλανήτη που ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση, ενώ αρχικά μόνο το 25% των φοιτητών γνώριζε ότι πρόκειται για τον Ποσειδώνα, στο Ερωτηματολόγιο 2 το 95% επέλεξε τη σωστή απάντηση.

Όσον αφορά τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 8.27 (Ερωτηματολόγιο 1: 5%, Ερωτηματολόγιο 2: 60%).

Πίνακας 8.27: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Δεν γνωρίζω	4	20	-	-
Δίας, Κρόνος	3	15	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	1	5	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	12	60
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Κρόνος	9	45	3	15
Κρόνος, Ουρανός	2	10	2	10
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Επιπλέον, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας, στο Ερωτηματολόγιο 2, απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό σωστά σε ερωτήσεις σχετικά με χαρακτηριστικά των πλανητών (οι οποίες δεν υπήρχαν στο Ερωτηματολόγιο 1), όπως για παράδειγμα:

- Όλοι οι φοιτητές απάντησαν σωστά ότι η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης αποτελείται κυρίως από διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).
- Το 85% των φοιτητών γνώριζε ότι Μεγάλη Σκοτεινή Κηλίδα εντοπίστηκε στον Ποσειδώνα.
- Το 90% επέλεξε σωστά ότι το μπλε χρώμα του Ουρανού και του Ποσειδώνα οφείλεται στην ύπαρξη μεθανίου.
- Το 80% των φοιτητών απάντησε σωστά ότι η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα είναι ένας τεράστιος τυφώνας. Συνολικά, η επίδοση των φοιτητών σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών ήταν 35,5% στο Ερωτηματολόγιο 1 και 93,3% στο Ερωτηματολόγιο 2.

Συνολικά, η επίδοση των φοιτητών σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών ήταν 32% στο Ερωτηματολόγιο 1 και 83,57% στο Ερωτηματολόγιο 2.

#### 8.3.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους

Οι φοιτητές, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, γνώριζαν σε ποσοστό 40% ότι ο Πλούτωνας είναι πλανήτης-νάνος, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο η πλειοψηφία των φοιτητών (90%) γνώριζε τη σωστή απάντηση.

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου, μόνο το 15% των φοιτητών απάντησε σωστά. Οι περισσότεροι (50%) επέλεξαν μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου, ενώ το 35% επέλεξε τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό που δεν ανήκει σε πλανήτες-νάνους. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2, το 65% των φοιτητών επέλεξε σωστά τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου. Ένας μόνο φοιτητής (5%) επέλεξε κάποιο χαρακτηριστικό που δεν ανήκει σε πλανήτες-νάνους (Πίνακας 8.28).

Πίνακας 8.28: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	4	20	3	15
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες	6	30	3	15
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο	3	15	-	-
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	3	15	13	65
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, μπορούν να είναι δορυφόροι	4	20	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Τέλος, η πλειοψηφία των φοιτητών (75%) έμαθε ότι η Δήμητρα βρίσκεται στην Κύρια Ζώνη Αστεροειδών.

Συνολικά, η επίδοση των φοιτητών για τους πλανήτες-νάνους στο πρώτο ερωτηματολόγιο ήταν 27,5%, ενώ στο δεύτερο ερωτηματολόγιο η επίδοση ήταν 76,7%.

### 8.3.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους

Όσον αφορά το ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους, στο πρώτο ερωτηματολόγιο, μόνο το 5% των φοιτητών απάντησε σωστά. Επιπλέον, στην ερώτηση σχετικά με τους δορυφόρους που γνωρίζουν οι περισσότεροι (35%) απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν κάποιο δορυφόρο, ενώ το 30% ανέφερε μόνο τη Σελήνη.

Στο δεύτερο ερωτηματολόγιο, το 30% γνώριζε ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους (το 40% συμπεριέλαβε στις απαντήσεις του και τον Πλούτωνα, παρόλο που η ερώτηση ξεκάθαρα ζητούσε πλανήτες και όχι πλανήτες-νάνους). Επομένως, υπήρξε μικρή πρόοδος όσον αφορά βασικές γνώσεις για τους δορυφόρους. Αντίθετα, στην ερώτηση που έπρεπε να αντιστοιχήσουν τους δορυφόρους με τους πλανήτες, οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν σωστά, με μέσο όρο σωστών απαντήσεων 10 από 11 (σκορ 91,36%), όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.29.

Πίνακας 8.29: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Άρης, Δίας, Κρόνος, Πλούτωνα	-	-	1	5
Γη	7	35	-	-
Γη, Άρης	2	10	-	-
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	6	30
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	1	5	8	40
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Γη, Δίας, Κρόνος	1	5	-	-
Γη, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	2	10
Γη, Δίας, Ουρανός, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Δεν γνωρίζω	5	25	-	-
Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	1	5	-	-
Ερμής, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνα	-	-	2	10
Ερμής, Κρόνος	1	5	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Στη ερώτηση που αφορούσε την αποστολή Apollo 11 στη Σελήνη, μόνο το 15% των φοιτητών της δεύτερης ομάδας γνώριζε τους δύο αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη. Το 45% επέλεξε μόνο έναν από τους δύο. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2, οι περισσότεροι φοιτητές (80%) γνώριζαν ότι οι πρώτοι αστροναύτες που περπάτησαν στη Σελήνη ήταν οι Edwin "Buzz" Aldrin και Neil Armstrong (Πίνακας 8.30).

Πίνακας 8.30: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους αστροναύτες που περπάτησαν πρώτοι στη Σελήνη

Απαντήσεις	Ερωτηματολόγιο 1		Ερωτηματολόγιο 2	
	N	N%	N	N%
Edwin "Buzz" Aldrin	4	20	-	-
Edwin "Buzz" Aldrin, John Glenn	1	5	-	-
Edwin "Buzz" Aldrin, Neil Armstrong	3	15	15	80
John Glenn	1	5	-	-
John Glenn, Neil Armstrong	2	10	-	-
Neil Armstrong	5	25	1	5
Yuri Gagarin	4	20	3	15
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά ορισμένων δορυφόρων του ηλιακού συστήματος, παρουσιάζονται μερικά ενδεικτικά παραδείγματα.

Ως προς τον μεγαλύτερο δορυφόρο του ηλιακού συστήματος, αρχικά, μόνο το 20% επέλεξε τον Γανυμήδη, ενώ στο Ερωτηματολόγιο 2, σωστά απάντησε το 85% των φοιτητών.

Ακόμη, όσον αφορά την Ιώ, αρχικά μόνο το 25% γνώριζε ότι λέγεται και "δορυφόρος - πίτσα" εξαιτίας της επιφάνειάς της. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2 το 95% των φοιτητών επέλεξε σωστά την Ιώ ως τον δορυφόρο με τα περισσότερα ηφαίστεια ("δορυφόρος - πίτσα").

Σχετικά με την ύπαρξη νερού σε δορυφόρο, στο Ερωτηματολόγιο 1 το 30% επέλεξε την Ευρώπη, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο, 14 από τους 20 φοιτητές (70%) απάντησαν σωστά.

Τέλος, πριν την παροχή των πληροφοριών, μόνο το 25% γνώριζε ότι η ατμόσφαιρα του Τιτάνα είναι παρόμοια με την ατμόσφαιρα της πρώιμης Γης. Αντίθετα, μετά την εφαρμογή της μεθόδου 2, το 75% των φοιτητών γνώριζε τη σωστή απάντηση.

Επιπλέον, οι φοιτητές της δεύτερης ομάδας, στο Ερωτηματολόγιο 2, απάντησαν σε μεγάλο ποσοστό σωστά σε ερωτήσεις σχετικά με χαρακτηριστικά των δορυφόρων (οι οποίες δεν υπήρχαν στο Ερωτηματολόγιο 1), όπως για παράδειγμα:

- Όλοι φοιτητές της πρώτης ομάδας γνώριζαν ότι οι θάλασσες στη Σελήνη είναι στην πραγματικότητα σκοτεινές περιοχές λάβας.
- Για τη Μιράντα, το 85% επέλεξε σωστά ότι η επιφάνειά τους αποτελείται από τοπία διαφορετικής γεωλογικής μορφής που διαδέχονται το ένα το άλλο χωρίς ομαλή μετάβαση.
- Ως προς τον δορυφόρο που έχει το αρχαιότερο έδαφος στο ηλιακό σύστημα, η πλειοψηφία (75%) επέλεξε σωστά την Καλλιστώ.
- Όσον αφορά το πιο παγωμένο σώμα του ηλιακού συστήματος, οι περισσότεροι (70%) επέλεξαν σωστά τον Τρίτωνα.

Συνοψίζοντας, όσον αφορά τις γνώσεις των φοιτητών για τους δορυφόρους του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους, στο αρχικό ερωτηματολόγιο η επίδοση των φοιτητών ήταν 20%, ενώ στο Ερωτηματολόγιο 2 η επίδοση ήταν 85,4%.

### 8.3.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες

Στο Ερωτηματολόγιο 1, στη σχετική ερώτηση, οι περισσότεροι φοιτητές (75%) δεν γνώριζαν καμία αποστολή για την εξερεύνηση πλανητών του ηλιακού συστήματος. Αντίθετα, στην ερώτηση του Ερωτηματολογίου 2, όπου οι φοιτητές έπρεπε να αντιστοιχήσουν τις αποστολές με τους πλανήτες, ο μέσος όρος σωστών απαντήσεων ήταν 6 από 8 (σκορ 76,875%).

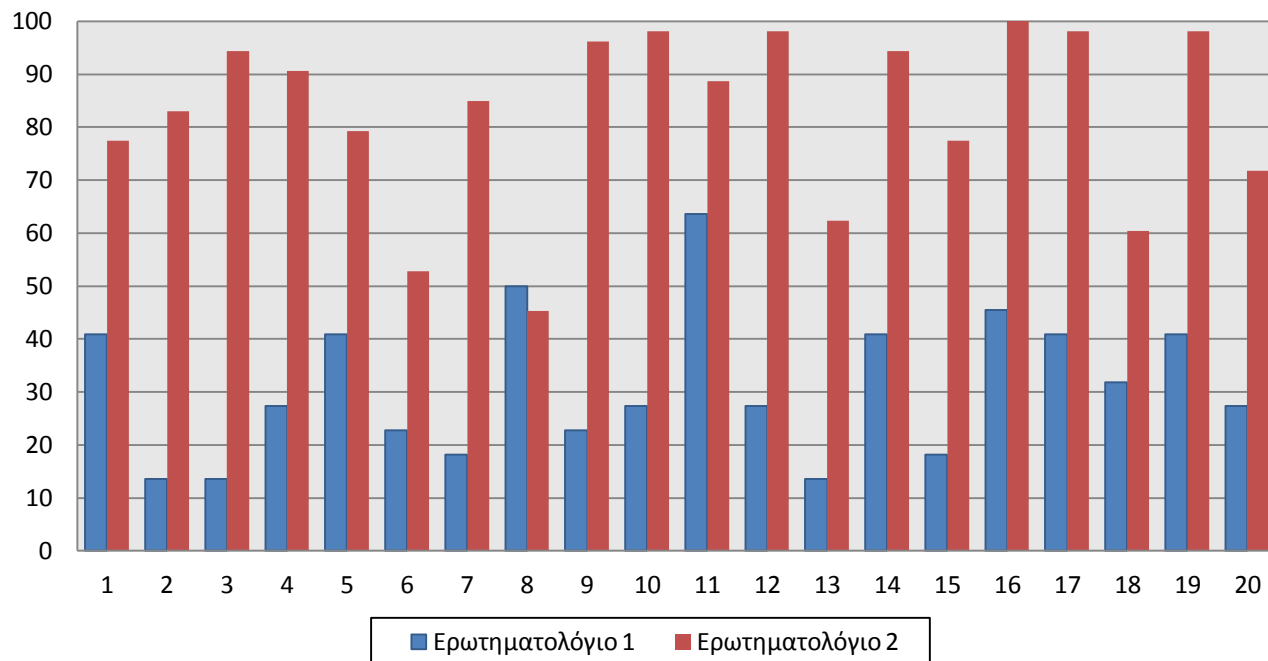
### 8.3.7. Συνολική επίδοση

Συνολικά, στο Ερωτηματολόγιο 1, οι φοιτητές απάντησαν σωστά σε 6.9 ερωτήσεις από τις 22 (σκορ 31,36%), κατά μέσο όρο. Αντίθετα, στο Ερωτηματολόγιο 2 απάντησαν σωστά σε 43,75 ερωτήσεις από τις 53 (σκορ 82,55%), κατά μέσο όρο. Παρακάτω φαίνεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων (ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών, Πίνακας 8.31) και το γράφημα της ατομικής επίδοσης των φοιτητών στα δύο ερωτηματολόγια (Γράφημα 8.5). Ακόμη, παρουσιάζονται τα ιστογράμματα συχνότητας των σωστών απαντήσεων των φοιτητών στα Ερωτηματολόγια 1 και 2 (Γράφημα 8.6 και 8.7).

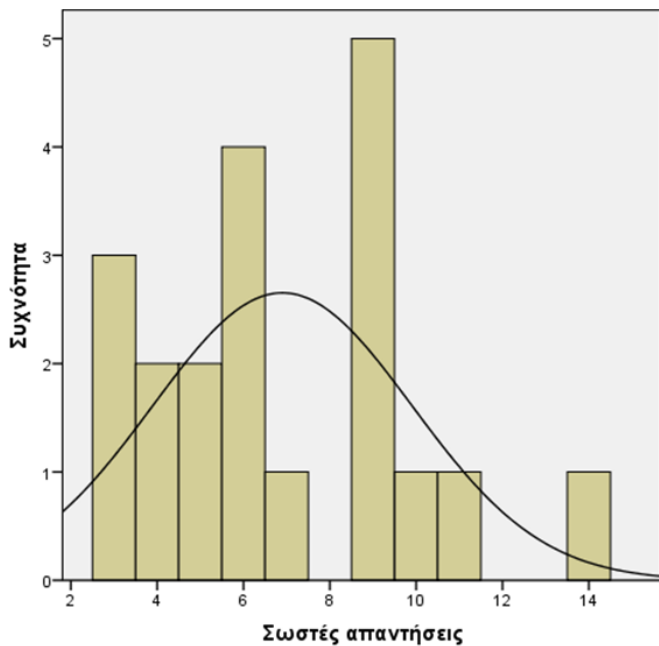
Πίνακας 8.31: Η ποσοστιαία επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

a/a	Ερωτηματολόγιο 1	Ερωτηματολόγιο 2
1	40.9	77.4
2	13.6	83.0
3	13.6	94.3
4	27.3	90.6
5	40.9	79.2
6	22.7	52.8
7	18.2	84.9
8	50.0	45.3
9	22.7	96.2
10	27.3	98.1
11	63.6	88.7
12	27.3	98.1
13	13.6	62.3
14	40.9	94.3
15	18.2	77.4
16	45.5	100.0
17	40.9	98.1
18	31.8	60.4
19	40.9	98.1
20	27.3	71.7
<b>Μέσος όρος</b>	31,36	82,55
<b>Τυπική Απόκλιση</b>	13,6702	16,5399

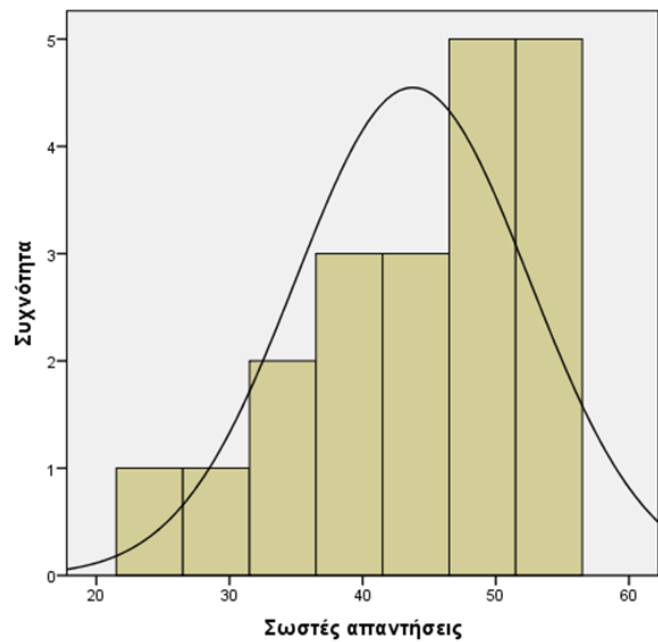
Γράφημα 8.5: Η ατομική επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο



Γράφημα 8.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών, Ερωτηματολόγιο 1



Γράφημα 8.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων των σωστών απαντήσεων των φοιτητών, Ερωτηματολόγιο 2



#### 8.4. Σύγκριση των αποτελεσμάτων των τελικών ερωτηματολογίων των δύο ομάδων φοιτητών (σύγκριση μεθόδου 1 και μεθόδου 2)

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκριτικά οι επιδόσεις των δύο ομάδων στο τελικό ερωτηματολόγιο (Ερωτηματολόγιο 2), προκειμένου να γίνει σύγκριση των Μεθόδων 1 και 2, δηλαδή της χρήσης εικονικού κόσμου και απλού διαδικτυακού υλικού ώστε να βελτιωθούν οι γνώσεις των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα. Παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικές ερωτήσεις.

##### 8.4.1. Γενική ερώτηση για το πλήθος των πλανητών

Το 90% των φοιτητών της πρώτης ομάδας (που είχαν πρόσβαση στον εικονικό κόσμο) έγραψε σωστά τους πλανήτες στη σχετική ερώτηση. Αντίθετα, μόνο το 45% των φοιτητών της δεύτερης ομάδας (που είχε πρόσβαση μόνο στο διαδικτυακό υλικό) απάντησε σωστά.

##### 8.4.2. Ερωτήσεις που αφορούν τον Ήλιο

Όσον αφορά τη σύσταση του Ήλιου, το 90% των φοιτητών της πρώτης ομάδας απάντησε σωστά, ενώ από τη δεύτερη ομάδα, σωστά απάντησε το 85% των φοιτητών.



Για τον ηλιακό άνεμο, οι περισσότεροι φοιτητές και των δύο ομάδων γνώριζαν ότι είναι ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων (σκορ 95% και οι δύο ομάδες). Σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως από την επιφάνεια του Ήλιου για να φτάσει στη Γη, τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.32.

Πίνακας 8.32: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με το χρόνο που χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
2 min	-	-	3	15
5 min	1	5	1	5
8 min	19	95	16	80
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Συνολικά, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις σχετικά με τον Ήλιο σε ποσοστό 93,75%, ενώ οι φοιτητές ομάδας απάντησαν σωστά σε ποσοστό 87,5%.

#### 8.4.3. Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών

Ως προς το ποιοι πλανήτες έχουν στέρεα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια, η πρώτη ομάδα είχε επίδοση 90%, ενώ η δεύτερη ομάδα είχε επίδοση 60% (Πίνακες 8.33 και 8.34).

Πίνακας 8.33: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
Αφροδίτη, Γη, Άρης	-	-	3	15
Ερμής, Αφροδίτη, Γη	-	-	1	5
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης	18	90	12	60
Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Πλούτωνας	1	5	1	5
Ερμής, Γη	-	-	2	10
Ερμής, Γη, Άρης	1	5	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 8.34: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που αποτελούνται από αέρια

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
Αφροδίτη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Δεν γνωρίζω	-	-	1	5
Δίας	-	-	2	10
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	1	5	-	-
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Πλούτωνας	-	-	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	18	90	12	60
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	1	5	-	-
Ήλιος, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Ήλιος, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Ήλιος, Ερμής, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Για τον Όλυμπο, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας είχαν επίδοση 95%, ενώ οι φοιτητές της δεύτερης ομάδας είχαν επίδοση 80%.

Όσον αφορά τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 8.35 (Ομάδα πρώτη: 90%, Ομάδα δεύτερη: 60%).

Πίνακας 8.35: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δακτυλίους

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
Δίας, Κρόνος	-	-	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός	1	5	1	5
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	18	90	12	60
Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	1	5	-	-
Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Κρόνος	-	-	3	15
Κρόνος, Ουρανός	-	-	2	10
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Η επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλανητών ήταν 93,9%· η επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας 83,57%.

#### 8.4.4. Ερωτήσεις σχετικά με τους πλανήτες-νάνους

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου, τα αποτελέσματα των δύο ομάδων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.36)

Πίνακας 8.36: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	2	10	3	15
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες	2	10	3	15
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα	16	80	13	65
είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, μπορούν να είναι δορυφόροι	-	-	1	5
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Στις σχετικές ερωτήσεις, η επίδοση της πρώτης ομάδας φοιτητών ήταν 91,7%. Όσον αφορά τη δεύτερη ομάδα, η επίδοση ήταν 76,7%.

#### 8.4.5. Ερωτήσεις σχετικά με τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους

Όσον αφορά το ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους, το 85% των φοιτητών της πρώτης ομάδας γνώριζε ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους, ενώ μόνο το 30% των φοιτητών της δεύτερης ομάδας απάντησε σωστά (Πίνακας 8.37). Παρουσιάζεται, δηλαδή, μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην επίδοση των δύο ομάδων στη συγκεκριμένη ερώτηση.

Πίνακας 8.37: Συγκριτικός πίνακας σχετικά με τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους

Απαντήσεις	Πρώτη ομάδα		Δεύτερη ομάδα	
	N	N%	N	N%
Άρης, Δίας, Κρόνος, Πλούτωνας	-	-	1	5
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	17	85	6	30

Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	2	10	8	40
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας (πλανήτη-νάνος)	1	5	-	-
Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ποσειδώνας	-	-	1	5
Γη, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας	-	-	2	10
Ερμής, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας, Πλούτωνας	-	-	2	10
<b>Σύνολο</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>	<b>20</b>	<b>100,0</b>

Όσον αφορά τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους, η επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας ήταν 95,65%, ενώ η επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας ήταν 85,4%.

#### 8.4.6. Ερώτηση σχετικά με εξερευνητικές αποστολές σε πλανήτες

Στη σχετική ερώτηση, η επίδοση των φοιτητών της πρώτης ομάδας ήταν 93,125%, ενώ η αντίστοιχη επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας ήταν 76,875%.

#### 8.4.7. Συνολική επίδοση

Συνολικά, οι φοιτητές της πρώτης ομάδας απάντησαν σωστά σε 50 ερωτήσεις από τις 53 (σκορ 94,3%), κατά μέσο όρο, ενώ οι φοιτητές της δεύτερης ομάδας απάντησαν 43,75 ερωτήσεις από τις 53 (σκορ 82,55%), κατά μέσο όρο. Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας με τις επιδόσεις των δύο ομάδων ανά κατηγορία (Πίνακας 8.38).

Πίνακας 8.38: Η επίδοση των φοιτητών των δύο ομάδων ανά κατηγορία

Κατηγορία	Επίδοση πρώτης ομάδας (%)	Επίδοση δεύτερης ομάδας (%)
Πλήθος Πλανητών	90	45
Ήλιος	93,75	87,5
Πλανήτες	93,9	83,57
Πλανήτες - νάνοι	91,7	76,7
Δορυφόροι	95,65	85,4
Αποστολές	93,125	76,875
<b>Συνολικά</b>	<b>94,3</b>	<b>82,55</b>

Γενικά, αν και η επίδοση των δύο ομάδων είναι παρόμοια, σε μερικές ερωτήσεις (όπως παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή) παρατηρούνται αρκετά μεγάλες διαφορές.

## 8.5. Αποτελέσματα σχετικά με την αξιολόγηση της εφαρμογής και τις απόψεις των φοιτητών για τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα και τη χρήση τους στην εκπαίδευση

► Αξιολογείστε την εμπειρία σας: Τι σας άρεσε;

Οι απαντήσεις των φοιτητών οργανώθηκαν στους εξής βασικούς άξονες: Στήσιμο του εικονικού κόσμου (οργάνωση και διακόσμηση), χρήση του εικονικού κόσμου, γνωστικό περιεχόμενο (πληροφορίες), επιπλέον υλικό (βίντεο, ιστοσελίδες), θέμα/ηλιακό σύστημα (Πίνακας 8.39).

Πίνακας 8.39: Ποια στοιχεία της εφαρμογής άρεσαν στους φοιτητές;

Απαντήσεις	N	N%
Στήσιμο του εικονικού κόσμου	14	70%
Χρήση του εικονικού κόσμου	7	35%
Γνωστικό περιεχόμενο	12	60%
Επιπλέον υλικό	4	20%
Θέμα	5	25%

Αρχικά, όσον αφορά το στήσιμο του εικονικού κόσμου και ειδικότερα την οργάνωση, οι φοιτητές δήλωσαν ότι τους άρεσε ο τρόπος με τον οποίο οργανώθηκε το εικονικό περιβάλλον. Αναφέρουν ότι τους άρεσε η οργάνωση σε 3 επίπεδα και τα 2 ηλιακά συστήματα, όπου «στο ένα είδα τις κινήσεις των πλανητών και στο άλλο τις πληροφορίες και είδα καλύτερα τις επιφάνειες που ήταν μεγαλύτερες». Ακόμη, τόνισαν ότι «οι πλανήτες είχαν απόσταση μεταξύ τους, που θύμιζε την πραγματικότητα». Όσον αφορά τη διακόσμηση, απάντησαν ότι «ο χώρος μπορεί να ήταν απλός, αλλά περιεκτικός» και τόνισαν ότι τους άρεσε ιδιαίτερα το παρατηρητήριο και ότι «οι αναπαραστάσεις των πλανητών ήταν εντυπωσιακές».

Σχετικά με τη χρήση του εικονικού κόσμου, οι φοιτητές τόνισαν ότι η περιήγηση στον εικονικό κόσμο και στους πλανήτες ήταν διασκεδαστική και επιμορφωτική. Ακόμη, υποστήριξαν ότι η χρήση τρισδιάστατου περιβάλλοντος «καθιστούσε το προβαλλόμενο υλικό πιο ρεαλιστικό» και ότι «ήταν εύκολο στη λειτουργία».

Επιπλέον, για το γνωστικό περιεχόμενο της εφαρμογής, οι φοιτητές υποστήριξαν ότι τους άρεσαν που έμαθαν πληροφορίες για το ηλιακό σύστημα που δεν γνώριζαν και μάλιστα ότι «Ήταν αρκετά σημεία τα οποία δεν γνώριζα και με διαφώτισαν και μου έδωσαν περαιτέρω πληροφορίες» και ότι «Έμαθα μέσα από αυτόν τον εικονικό κόσμο πολλά καινούρια πράγματα για τους πλανήτες και τους δορυφόρους, γνώσεις που δύσκολα θα μπορούσα να συγκρατήσω».

διαβάζοντας ένα βιβλίο». Επίσης, τους άρεσε ο τρόπος με τον οποίο ήταν οργανωμένες οι πληροφορίες (με τη μορφή παρουσιάσεων PowerPoint) και οι ανακεφαλαιώσεις: «Μου άρεσε αρκετά τα PowerPoint που είχε η εργασία, λόγω του ότι σου έδινε παραπάνω πληροφορίες».

Όσον αφορά το επιπλέον υλικό που περιείχε η εφαρμογή, ανέφεραν ότι τους άρεσαν οι ιστοσελίδες και τα βίντεο («μου άρεσαν τα βιντεάκια», «Επίσης μου άρεσαν και οι διάφορες σχετικές ιστοσελίδες που είχε, όπως τον μετατροπέα κιλών, πόσο δηλαδή θα ζυγίζαμε στη Γη και πόσο στον Ερμή, στη Σελήνη κτλ.»).

Τέλος, δήλωσαν ότι βρήκαν το θέμα της εφαρμογής πολύ ενδιαφέρον. Χαρακτηριστικά ανέφεραν ότι: «Μου άρεσε πολύ όλη η ιδέα γενικά» και «Μου άρεσε το περιεχόμενο/θέμα (το ηλιακό σύστημα)».

► Αξιολογείστε την εμπειρία σας: Τι δεν σας άρεσε;

Οι απαντήσεις των φοιτητών οργανώθηκαν στους εξής βασικούς άξονες: Απόσταση αντικειμένων, ταχύτητα εικονικού κόσμου, πληροφορίες και κανένα στοιχείο (Πίνακας 8.40).

Πίνακας 8.40: Ποια στοιχεία της εφαρμογής δεν άρεσαν στους φοιτητές;

Απαντήσεις	N	N%
Απόσταση αντικειμένων	4	20%
Ταχύτητα εικονικού κόσμου	5	25%
Πληροφορίες	4	20%
Κανένα στοιχείο	10	50%

Αρχικά, όσον αφορά την απόσταση των αντικειμένων στον εικονικό κόσμο, 4 φοιτητές ανέφεραν ότι ο εικονικός κόσμος είχε μεγάλη έκταση σε κάποια επίπεδα, με αποτέλεσμα να χρειάζεται «πολύ ώρα για να πας από το ένα σημείο στο άλλο». Σχετικά με την ταχύτητα της εφαρμογής, οι φοιτητές ανέφεραν ότι ο εικονικός κόσμος αργούσε να φορτώσει και ότι «το avatar δεν κουνιόταν γρήγορα». Ακόμη, ορισμένοι δήλωσαν ότι οι πληροφορίες που περιείχε η εφαρμογή ήταν πολλές. Τέλος, οι περισσότεροι φοιτητές απάντησαν ότι δεν υπήρχε κάτι που δεν τους άρεσε.

► Αξιολογείστε την εμπειρία σας: Τι σας δυσκόλεψε;

Οι απαντήσεις των φοιτητών οργανώθηκαν στους εξής βασικούς άξονες: τεχνικές δυσκολίες, χειρισμός του avatar, πληροφορίες, οργάνωση του εικονικού κόσμου και καμιά δυσκολία (Πίνακας 8.41).

Πίνακας 8.41: Ποια στοιχεία της εφαρμογής δυσκόλεψαν τους φοιτητές;

Απαντήσεις	N	N%
Τεχνικές δυσκολίες	2	10%
Χειρισμός του avatar	8	40%
Πληροφορίες	3	15%
Οργάνωση του εικονικού κόσμου	3	15%
Καμιά δυσκολία	5	25%

Αρχικά, όσον αφορά τις τεχνικές δυσκολίες, 2 φοιτητές απάντησαν ότι η περιήγηση στον εικονικό κόσμο δεν ήταν γρήγορη, επειδή οι υπολογιστές τους δεν ήταν αρκετά γρήγοροι («ο υπολογιστής μου δεν έχει καλό επεξεργαστή και δεν τρέχει γρήγορα»). Οι περισσότεροι φοιτητές δήλωσαν ότι τους δυσκόλεψε ο χειρισμός του avatar («Υπήρχε μια μικρή δυσκολία στην κίνηση στο χώρο σε σχέση με τα πλήκτρα και ειδικότερα όταν πήγαινες να κάνεις καλό ζουμ για να διαβάσεις τις πληροφορίες»), κυρίως μέχρι να συνηθίσουν τον τρόπο χειρισμού, αφού μερικοί δεν είχαν ξαναχρησιμοποιήσει το πρόγραμμα. Ακόμη, σχετικά με τις πληροφορίες που περιείχε η εφαρμογή, 3 φοιτητές δήλωσαν ότι ήταν δύσκολο να συγκρατήσουν τόσες πληροφορίες. Επιπλέον, για την οργάνωση του εικονικού κόσμου, μερικοί απάντησαν ότι συνάντησαν δυσκολίες λόγω των μεγάλων αποστάσεων και μάλιστα κάποιος ανέφερε ότι «Με δυσκόλεψε λίγο να πετάω στο διάστημα, μερικές φορές χανόμουν και δυσκολευόμουν να βρω τους πλανήτες». Τέλος, το 25% απάντησε ότι δεν συνάντησε καμιά δυσκολία.

► Ποια θεωρείτε ότι ήταν τα «δυνατά» σημεία του εικονικού κόσμου;

Οι απαντήσεις των φοιτητών οργανώθηκαν στους εξής βασικούς άξονες: οργάνωση και διακόσμηση του εικονικού κόσμου, πληροφορίες, επιπλέον υλικό και παιδαγωγικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 8.42).

Πίνακας 8.42: Ποια στοιχεία της εφαρμογής θεώρησαν οι φοιτητές ότι ήταν τα πιο "δυνατά";

Απαντήσεις	N	N%
Οργάνωση και διακόσμηση του εικονικού κόσμου	13	65%
Πληροφορίες	8	40%
Επιπλέον υλικό	5	25%
Παιδαγωγικά χαρακτηριστικά	4	20%

Αρχικά, όσον αφορά την οργάνωση και διακόσμηση του εικονικού κόσμου, 13 φοιτητές απάντησαν ότι θεωρούν ως «δυνατά» του σημεία τα 2 ηλιακά συστήματα και τα 3 επίπεδα, τις ρεαλιστικές απεικονίσεις του ηλιακού συστήματος, καθώς και το σενάριο του ταξιδιού από τη Γη στο ηλιακό σύστημα. Χαρακτηριστικά ανέφεραν: «*Θεωρώ δυνατό σημείο την μετάβαση από τη Γη στο διάστημα*», «*Ο πύραυλος που σε μετέφερε στο ηλιακό σύστημα*», «*ταξίδεψα με τον πύραυλο στο ηλιακό σύστημα και γύρισα πίσω*» και «*Η τηλεμεταφορά από το διάστημα στη Γη είναι μια πολύ έξυπνη και πρωτότυπη ιδέα*».

Σχετικά με τις πληροφορίες που περιείχε η εφαρμογή, οι φοιτητές δήλωσαν ότι οι πληροφορίες και ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζονταν ήταν ένα από τα «δυνατά» της σημεία, όπως επίσης και το επιπλέον υλικό, όπως τα βίντεο. Τέλος, ορισμένοι φοιτητές απάντησαν ότι θεωρούν ότι τα «δυνατά» σημεία του εικονικού περιβάλλοντος αφορούν τα παιδαγωγικά του χαρακτηριστικά, αφού αποτελεί «*συνδυασμό γνώσης και διασκέδασης*». Ακόμη, απάντησαν ότι: «*Το πιο δυνατό σημείο είναι ότι εισάγεται στη νέα γνώση και σε καινούριες έννοιες, μέσα από ένα ευχάριστο και ενδιαφέρον περιβάλλον, είναι κάτι διαφορετικό και ιδιαίτερο που σε ελκύει, χωρίς να είναι βαρετό*» και «*Αποτελεί μια πολύ καλή αναπαράσταση του ηλιακού συστήματος, δίνοντας με ωραίο τρόπο και εύκολο όλες τις απαραίτητες πληροφορίες*».

► Ποια θεωρείτε ότι ήταν τα «αδύναμα» σημεία του εικονικού κόσμου;

Οι απαντήσεις των φοιτητών οργανώθηκαν στους εξής βασικούς άξονες: τεχνικές δυσκολίες, χειρισμός εφαρμογής, οργάνωση εικονικού κόσμου και κανένα «αδύναμο» σημείο (Πίνακας 8.43).

Πίνακας 8.43: Ποια στοιχεία της εφαρμογής θεώρησαν οι φοιτητές ότι ήταν τα πιο "αδύναμα";

Απαντήσεις	N	N%
Τεχνικές δυσκολίες	1	5%
Χειρισμός εφαρμογής	4	20%
Οργάνωση εικονικού κόσμου	6	30%
Κανένα "αδύναμο" σημείο	11	55%

Όσον αφορά τις τεχνικές δυσκολίες, ένας φοιτητής ανέφερε ότι θεωρεί δύσκολη την φόρτωση του εικονικού κόσμου. Σχετικά με τον χειρισμό της εφαρμογής, οι φοιτητές συμφώνησαν ότι είναι δύσκολος και ότι «*απαιτεί αρκετή εξοικείωση για να το χρησιμοποιήσει ένας εκπαιδευτικός στην τάξη*». Ακόμη, δήλωσαν ότι «*τα αδύναμα σημεία του εικονικού κόσμου ήταν η δυσκολία μετακίνησης του avatar*» και ότι χρειάζεται «*περίοδος προσαρμογής/κατανόησης*».



του προγράμματος». Επιπλέον, για την οργάνωση του εικονικού κόσμου, δήλωσαν ότι «αδύναμα» σημεία της εφαρμογής ήταν οι μεγάλες αποστάσεις και το μέγεθος των πληροφοριών. Τέλος, 11 φοιτητές απάντησαν ότι δεν εντόπισαν κάποιο «αδύναμο» σημείο.

- ▶ Η ταχύτητα που έτρεχε ο εικονικός κόσμος ήταν ικανοποιητική;

Οι περισσότεροι φοιτητές (80%) απάντησαν θετικά, ενώ το 20% θεώρησε ότι η ταχύτητα που έτρεχε η εφαρμογή δεν ήταν ικανοποιητική.

- ▶ Υπήρχαν προβλήματα; Αν ναι, ποια;

Η πλειοψηφία των φοιτητών (80%) δεν αντιμετώπισε κάποιο πρόβλημα όσον αφορά τον εικονικό κόσμο. Το 10% αντιμετώπισε πρόβλημα με τον Firestorm, το 5% με τα βίντεο και ένας φοιτητής (5%) αντιμετώπισε πρόβλημα με τα βίντεο και τα scripts.

- ▶ Ποιους παιδαγωγικούς στόχους πέτυχε η εφαρμογή;

Στην ερώτηση αυτή, οι φοιτητές έπρεπε να επιλέξουν τους παιδαγωγικούς στόχους που θεωρούσαν ότι πέτυχε η εφαρμογή (μπορούσαν να επιλέξουν περισσότερους από έναν). Παρακάτω, στον Πίνακα 8.44 φαίνονται τα αποτελέσματα.

Πίνακας 8.44: Ποιους παιδαγωγικούς στόχους πέτυχε η εφαρμογή;

Στόχοι	N	N%
να κατανοήσουν οι φοιτητές βασικές έννοιες αστρονομίας (π.χ. τι είναι πλανήτη - νάνος)	20	100
να γνωρίσουν τα βασικά χαρακτηριστικά του Ήλιου	16	80
να γνωρίσουν τους πλανήτες και του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους	20	100
να γνωρίσουν τους δορυφόρους και τα χαρακτηριστικά τους	19	95
να γνωρίσουν αποστολές που έχουν γίνει με σκοπό τη μελέτη των πλανητών	15	75
να μπορούν να πλοηγηθούν με σχετική ευκολία στον εικονικό κόσμο του Opensim	11	55

► Πόσες ώρες διαθέσατε για την εξερεύνηση της εφαρμογής;

Το 35% των φοιτητών δήλωσε ότι διέθεσε 3 ώρες για την εξερεύνηση της εφαρμογής, ενώ 7 από τους 20 φοιτητές (35%) δήλωσαν ότι διέθεσαν 2 ώρες. Το 15% απάντησε ότι διέθεσε 1,5 ώρα και το 15% ότι διέθεσε 1 ώρα. Ο μέσος όρος του χρόνου που διέθεσαν οι φοιτητές για την εξερεύνηση του εικονικού κόσμου ήταν περίπου 2 ώρες.

► Ποια θεωρείτε ότι είναι τα θετικά χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων;

Οι περισσότεροι φοιτητές (35%) ανέφεραν ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα οπτικοποιούν καταστάσεις που στην πραγματικότητα η προσέγγισή τους είναι δύσκολη ή/και αδύνατη. Ακόμη, οι φοιτητές ανέφεραν ότι οι τρισδιάστατοι εικονικοί κόσμοι είναι ελκυστικοί, ευχάριστοι και σύγχρονοι (25%), προσφέρουν ρεαλιστικές απεικονίσεις καταστάσεων και γεγονότων (25%) και ότι προσφέρουν ένα διαδραστικό και αλληλεπιδραστικό περιβάλλον (10%). Επιπλέον, δήλωσαν ότι οι εικονικοί κόσμοι μοιάζουν με παιχνίδια στον υπολογιστή (10%), είναι εύκολα στη χρήση τους (10%) και μπορούν να αξιοποιηθούν με πολλούς τρόπους (5%). Τέλος, ορισμένοι φοιτητές συμπεριέλαβαν στις απαντήσεις τους κάποια παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εικονικών περιβαλλόντων, όπως το γεγονός ότι συνδυάζουν τη μάθηση με τη διασκέδαση (5%), ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών (5%) και ότι ο μαθητής επιλέγει ο ίδιος από πού θα μάθει (5%).

► Ποια θεωρείτε ότι είναι τα αρνητικά στοιχεία των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων;

Οι περισσότεροι φοιτητές (40%) συμφωνούν ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις από τον χρήστη. Το 25% απάντησε ότι χρειάζεται αρκετός χρόνος για να δημιουργηθούν και το 10% ότι απαιτούν ισχυρούς υπολογιστές. Αρκετοί (20%) ανέφεραν ότι απαιτούν πολύ χρόνο για να εξοικειωθεί κανείς με αυτά και ότι είναι δύσκολα στον χειρισμό τους. Δύο φοιτητές (10%) ανέφεραν ότι όσον αφορά τη χρήση τους, μπορούν να προκύψουν τεχνικά προβλήματα, ενώ το 5% θεωρεί ότι είναι ακριβά και ότι δύσκολα θα χρησιμοποιηθούν στα σχολεία (5%). Αξίζει να αναφερθεί ότι 5 από τους 20 φοιτητές (25%) θεωρούν ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα δεν έχουν κανένα αρνητικό στοιχείο.

- ▶ Θα χρησιμοποιούσατε έναν έτοιμο εικονικό κόσμο για τη διδασκαλία στο σχολείο;

Το 95% των φοιτητών απάντησε ότι θα χρησιμοποιούσε έναν έτοιμο εικονικό κόσμο στη διδασκαλία. Μόνο ένας φοιτητής (5%) απάντησε αρνητικά.

- ▶ Ποια θεωρείτε ότι είναι τα πλεονεκτήματα χρήσης εικονικών κόσμων στη διδασκαλία;

Η πλειοψηφία των φοιτητών (60%) απάντησε ότι η χρήση εικονικών κόσμων στη διδασκαλία προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Ακόμη ανέφεραν ότι γίνεται πιο ενδιαφέρον το μάθημα (20%), εμπλουτίζεται η εκπαιδευτική διαδικασία (10%), αφού οι εικονικοί κόσμοι προσφέρουν δυνατότητες διάδρασης και αλληλεπίδρασης (5%) και ευνοείται η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία (10%). Αξίζει να αναφερθεί ότι ένας φοιτητής (5%) απάντησε ότι οι εικονικοί κόσμοι μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Επιπλέον, το 30% ανέφερε ότι τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα οπτικοποιούν καταστάσεις που στην πραγματικότητα η προσέγγισή τους είναι δύσκολη ή/και αδύνατη. Τέλος, ανέφεραν ότι προσφέρουν ρεαλιστικές απεικονίσεις καταστάσεων και γεγονότων (10%) και εύκολη αντίληψη τρισδιάστατων κινήσεων και μοντέλων (5%).

- ▶ Ποια θεωρείτε ότι είναι τα μειονεκτήματα χρήσης εικονικών κόσμων στη διδασκαλία;

Το 35% των φοιτητών ανέφερε ότι η χρήση των εικονικών κόσμων στη διδασκαλία είναι χρονοβόρα διαδικασία. Ακόμη, ανέφεραν ότι απαιτούν ειδικές γνώσεις από τον εκπαιδευτικό (35%), αλλά και από τους μαθητές (25%) και ότι δεν υπάρχουν όχι κατάλληλες υποδομές στα σχολεία (30%). Επιπλέον το 5% απάντησε ότι μπορούν να προκύψουν τεχνικά προβλήματα στη λειτουργία τους και ότι με τη χρήση τους περιορίζεται ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας (5%). Τέλος, δύο φοιτητές (10%) απάντησαν ότι δεν υπάρχουν μειονεκτήματα από τη χρήση εικονικών κόσμων στην εκπαιδευτική διαδικασία.

- ▶ Εσείς θα φτιάχνατε εικονικούς κόσμους για να τους χρησιμοποιήσετε εσείς ή οι μαθητές σας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας;

Το 95% των φοιτητών απάντησε ότι θα δημιουργούσε έναν εικονικό κόσμο, τον οποίο θα χρησιμοποιούσε στη διδασκαλία. Μόνο ένας φοιτητής (5%) απάντησε αρνητικά.

► Ποια πλεονεκτήματα θα είχε κάτι τέτοιο;

Οι περισσότεροι φοιτητές (70%) δήλωσαν ότι η δημιουργία ενός εικονικού κόσμου και η χρήση του στη διδασκαλία θα προκαλούσε το ενδιαφέρον των μαθητών και θα οδηγούσε σε καλύτερη κατανόηση του μαθήματος (45%). Ακόμη, απάντησαν ότι θα οδηγούσε στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών (10%), στην ομαδοσυνεργατική διδασκαλία (5%) και στην εξοικείωση των μαθητών με νέα μέσα και τεχνολογίες (5%). Τέλος, το 10% ανέφερε ότι μπορεί να φτιάξει εκπαιδευτικό υλικό για μια ενότητα για την οποία δεν υπάρχει έτοιμο.

► Ποια μειονεκτήματα θα είχε κάτι τέτοιο;

Η πλειοψηφία των φοιτητών (50%) απάντησαν ότι η κατασκευή ενός εικονικού κόσμου και η χρήση του στη διδασκαλία είναι χρονοβόρα διαδικασία. Ακόμη, δήλωσαν ότι δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές στα σχολεία που να υποστηρίζουν εικονικούς κόσμους (20%). Όσον αφορά τους μαθητές, ανέφεραν ότι πιθανόν να έδειχναν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το λογισμικό παρά για τον εκπαιδευτικό του χαρακτήρα (20%) και ότι θα δυσκολεύονταν στη χρήση του (20%). Τέλος, οι φοιτητές απάντησαν ότι περιορίζεται ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας (5%) και ότι απαιτούνται ειδικές γνώσεις από τον εκπαιδευτικό (5%), ενώ το 5% απάντησε ότι δεν υπάρχουν μειονεκτήματα από την κατασκευή ενός εικονικού κόσμου και τη χρήση του στην εκπαιδευτική διαδικασία.

## Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα και σχολιασμός

Αρχικά, οι φοιτητές είχαν χαμηλές γνώσεις όσον αφορά το ηλιακό σύστημα και βασικούς όρους αστρονομίας. Το γεγονός αυτό φαίνεται από την επίδοση των 88 φοιτητών στο Ερωτηματολόγιο 1 (βλ. Κεφάλαιο 4: Προβληματισμός της έρευνας και 8.1. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου 1 σχετικά με τις γνώσεις των φοιτητών για το ηλιακό σύστημα). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η επίδοση κάθε κατηγορίας και η συνολική επίδοση υπολογίζονται από το μέσο όρο (ποσοστό) των σωστών απαντήσεων των φοιτητών. Επομένως, όσον αφορά τις γνώσεις τους για τον Ήλιο, η πλειοψηφία των φοιτητών (90,9%) δεν γνώριζε τη σύσταση του άστρου, επομένως ούτε και τον τρόπο με τον οποίο αυτό λειτουργεί. Ακόμη, μεγάλο ποσοστό δεν γνώριζε βασικά χαρακτηριστικά των πλανητών του ηλιακού συστήματος (π.χ. ποιοι πλανήτες αποτελούνται από αέρια, ποιοι έχουν δακτυλίους, ποιοι έχουν δορυφόρους κτλ.), αφού η επίδοση των δύο ομάδων στις σχετικές ερωτήσεις ήταν 35,5% και 32% αντίστοιχα. Επίσης, αρκετοί δεν γνωρίζουν βασικές έννοιες αστρονομίας, όπως για παράδειγμα τι είναι πλανήτης-νάνος, τι είναι δορυφόρος, τι είναι ο Ήλιος κτλ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Πλούτωνας: οι περισσότεροι φοιτητές γνώριζαν ότι είναι πλανήτης-νάνος, ωστόσο ελάχιστοι επέλεξαν σωστά τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου, γεγονός που δείχνει ότι δεν γνώριζαν τι ακριβώς είναι ένας πλανήτης-νάνος. Τέλος, ελάχιστοι γνώριζαν τις αποστολές μελέτης πλανητών που έχουν γίνει ως σήμερα, ακόμα και αποστολές που είναι ευρύτερα γνωστές, όπως η αποστολή Apollo 11 στη Σελήνη, αφού οι περισσότεροι (88,6%) δεν γνώριζαν ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν πάνω σε αυτή.

Τα παραπάνω συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες (Targan, 1987, Lightman et al., 1987, Ojala, 1992, Bisard et al., 1994, Hollingworth & Mccloughlin, 2001) που έχουν διεξαχθεί σε φοιτητές και ενήλικες, στις οποίες παρουσιάζονται τα προβλήματα και οι δυσκολίες που υπάρχουν στην κατανόηση των βασικών εννοιών της αστρονομίας (βλ. Κεφάλαιο 3).

Όσον αφορά την εφαρμογή της μεθόδου 1, όπου δόθηκε στους φοιτητές ο εικονικός κόσμος που απεικονίζει το ηλιακό σύστημα, παρουσιάστηκε σημαντική πρόοδος της επίδοσης των φοιτητών, από 35,9% σε 94,3%. Ιδιαίτερη πρόοδος παρατηρήθηκε σε ερωτήσεις που σχετίζονταν με την παρατήρηση του ηλιακού συστήματος και όχι τόσο σε καθαρή απομνημόνευση πληροφοριών. Χαρακτηριστικά, το 90% των φοιτητών έγραψε σωστά τους πλανήτες με σειρά απόστασης από τον Ήλιο, το 90% γνώριζε ότι η Μεγάλη Σκοτεινή Κηλίδα

εντοπίστηκε στον Ποσειδώνα, όλοι οι φοιτητές της πρώτης ομάδας απάντησαν σωστά ότι ο Ερμής έχει τη μικρότερη περίοδο περιστροφής γύρω από τον Ήλιο κτλ. Επιπλέον, οι φοιτητές απέκτησαν γνώσεις σε πεδία που παρουσίασαν ελάχιστη επίδοση, όπως για παράδειγμα για τις αποστολές που έχουν γίνει σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος (αρχικά το 80% δεν γνώριζε κάποια, ενώ στο δεύτερο ερωτηματολόγιο απάντησαν σωστά με σκορ 93,125%) ή για τη σύσταση του Ήλιου (Ερωτηματολόγιο 1: 10% και Ερωτηματολόγιο 2: 90%). Όσον αφορά τους δορυφόρους, παρουσιάστηκε και σε αυτή την κατηγορία σημαντική πρόοδος, αφού αρχικά, μόνο το 5% γνώριζε ποιοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος έχουν δορυφόρους, ενώ στο δεύτερο ερωτηματολόγιο το 85% των φοιτητών απάντησε σωστά. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα σχετικά με ειδικότερα χαρακτηριστικά ορισμένων δορυφόρων. Συνολικά, οι φοιτητές είχαν επίδοση 95,65% στο τελικό ερωτηματολόγιο, ενώ στο αρχικό η επίδοση τους ήταν μόλις 28,3%. Τέλος, σχετικά με τους πλανήτες-νάνους, οι περισσότεροι φοιτητές (80%) έμαθαν τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου και είχαν συνολική επίδοση 91,7% (ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχαν επίδοση 35%). Παρατηρείται, λοιπόν, σημαντική πρόοδος σε όλες τις κατηγορίες των ερωτηματολογίων.

Ακόμη, οι περισσότεροι φοιτητές (όπως φάνηκε από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του Ερωτηματολογίου 3 που αφορά την αξιολόγηση του εικονικού κόσμου), θεώρησαν ως δυνατά σημεία της εφαρμογής τα επιπλέον στοιχεία που περιέχονταν σε αυτή, όπως οι ιστοσελίδες και τα σχετικά βίντεο, αλλά και το στήσιμο της εφαρμογής, το ταξίδι, δηλαδή, στο ηλιακό σύστημα.

Όσον αφορά την εφαρμογή της μεθόδου 2, όπου δόθηκαν στη δεύτερη ομάδα φοιτητών μόνο οι πληροφορίες που αφορούν το ηλιακό σύστημα (οργανωμένες σε παρουσιάσεις, με επεξηγηματικές εικόνες, οι οποίες περιλήφθηκαν και στον εικονικό κόσμο), παρουσιάστηκε και εδώ σημαντική πρόοδος της επίδοσης των φοιτητών, από 31,36% σε 82,55%. Αξίζει να αναφερθεί ότι παρόλο που γενικότερα οι φοιτητές απάντησαν σωστά στις περισσότερες ερωτήσεις, υπήρχαν μερικές που δεν παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση των γνώσεων των φοιτητών. Χαρακτηριστικά, αν και η συνολική επίδοση των φοιτητών σχετικά με τους δορυφόρους ήταν 85,4% (με αρχική επίδοση 20%), στην ερώτηση που αφορούσε τους πλανήτες που έχουν δορυφόρους, μόνο το 30% απάντησε σωστά, ενώ αρχικά μόνο το 5% γνώριζε την απάντηση (αντίστοιχα ποσοστά Μεθόδου 1: 5% και 85%). Ακόμη, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι περισσότεροι (55%) γνώριζαν το πλήθος των πλανητών του ηλιακού

συστήματος, στο Ερωτηματολόγιο 2 (και αφού είχαν διαβάσει τις σχετικές πληροφορίες) μόνο το 45% έγραψε τους πλανήτες σωστά. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι φοιτητές μπορούσαν να διαβάσουν τις πληροφορίες για τα ουράνια σώματα με όποια σειρά εκείνοι ήθελαν (παρόλο που για να είναι δίκαιη η έρευνα, οι παρουσιάσεις είχαν αριθμηθεί με τη σειρά απόστασης των σωμάτων από τον Ήλιο, σε αντιστοιχία με την οπτική αναπαράσταση της εφαρμογής). Παρόλα αυτά, σημαντική πρόοδος παρατηρήθηκε στις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τις αποστολές που έγιναν σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος, αφού αρχικά, το 75% των φοιτητών δεν γνώριζαν καμία αποστολή, ενώ στο Ερωτηματολόγιο 2 απάντησαν σωστά με σκορ 76,875%. Τέλος, σχετικά με τους πλανήτες-νάνους, οι περισσότεροι φοιτητές (65%) επέλεξαν σωστά τα χαρακτηριστικά ενός πλανήτη-νάνου και είχαν συνολική επίδοση 76,7% (ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχαν επίδοση 27,5%). Επομένως, παρατηρείται σημαντική πρόοδος και με την εφαρμογή της Μεθόδου 2.

Συγκρίνοντας τις δύο παραπάνω μεθόδους, καλύτερα αποτελέσματα παρουσίασαν οι φοιτητές της πρώτης ομάδας, με επίδοση 94,3%· η επίδοση των φοιτητών της δεύτερης ομάδας ήταν 82,55%. Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα, ωστόσο, οι φοιτητές που είχαν πρόσβαση στον εικονικό κόσμο είχαν καλύτερα αποτελέσματα σε ερωτήσεις που σχετίζονταν με την παρατήρηση του ηλιακού συστήματος και όχι τόσο σε καθαρή απομνημόνευση πληροφοριών. Χαρακτηριστικά, το 90% της πρώτης ομάδας έγραψε σωστά τους πλανήτες με σειρά απόστασης από τον Ήλιο, σε αντίθεση με το 45% των φοιτητών της δεύτερης ομάδας· οι φοιτητές της πρώτης ομάδας έκαναν λιγότερα λάθη στην αντιστοίχιση των δορυφόρων με τους πλανήτες (Μέθοδος 1: 85%, Μέθοδος 2: 30%), όπως επίσης και στην αντιστοίχιση των αποστολών με τους πλανήτες (Μέθοδος 1: 93,125%, Μέθοδος 2: 76,875%). Αξίζει να σημειωθεί ότι, στον εικονικό κόσμο τα περισσότερα βίντεο αφορούν αποστολές που έγιναν, όπως το ρόβερ Curiosity στον Άρη.

Τα παρόμοια μαθησιακά αποτελέσματα των δύο μεθόδων πιθανόν να οφείλονται στο γεγονός ότι έχουν και οι δύο στοιχεία κονστрукτιβιστικής μάθησης. Πρόκειται για δύο ασύγχρονες εξ αποστάσεως διδακτικές μεθόδους, χωρίς την επίβλεψη εκπαιδευτικού, οι οποίες απευθύνονται σε ενήλικες. Και στις δύο περιπτώσεις, ο χρήστης επέλεξε πότε θα μάθει/πότε θα μπει στον εικονικό κόσμο, με ποια σειρά θα μάθει, αλλά και τι θα μάθει. Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο κοντά στην παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας, αφού στηρίζεται στην καθαρή απομνημόνευση πληροφοριών. Η πρώτη μέθοδος, ωστόσο, είναι περισσότερο κοντά στις

σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, αφού χρησιμοποιεί την Εικονική Πραγματικότητα ως εργαλείο μάθησης, που δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα οπτικοποίησης γεγονότων και καταστάσεων και ανακάλυψης των γνώσεων, μέσα από την ενεργή συμμετοχή του στη μαθησιακή διαδικασία.

Σχετικά με τις απόψεις των φοιτητών για τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα, στα θετικά τους στοιχεία συμπεριέλαβαν τα εξής χαρακτηριστικά:

- οπτικοποιούν καταστάσεις που στην πραγματικότητα η προσέγγισή τους είναι δύσκολη ή/και αδύνατη
- είναι ελκυστικά, ευχάριστα και σύγχρονα
- προσφέρουν ένα διαδραστικό και αλληλεπιδραστικό περιβάλλον
- είναι εύκολα στη χρήση τους
- ελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών
- ο μαθητής επιλέγει ο ίδιος από πού θα μάθει
- εμπλουτίζεται η εκπαιδευτική διαδικασία
- ευνοείται η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία
- μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες
- συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος

Στα αρνητικά στοιχεία των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων, ανέφεραν τα εξής χαρακτηριστικά:

- χρειάζεται αρκετός χρόνος για να δημιουργηθούν
- απαιτούν ισχυρούς υπολογιστές
- απαιτούν πολύ χρόνο για να εξοικειωθεί κανείς με αυτά
- είναι δύσκολα στον χειρισμό τους
- είναι ακριβά
- απαιτούν ειδικές γνώσεις από τον εκπαιδευτικό, αλλά και από τους μαθητές
- δεν υπάρχουν κατάλληλες υποδομές στα σχολεία

Όλα τα παραπάνω συμφωνούν με τις σχετικές έρευνες και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 2. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι φοιτητές (95%) θα χρησιμοποιούσαν εικονικά περιβάλλοντα στη διδασκαλία, και μάλιστα, θα



κατασκεύαζαν μόνοι τους υλικό. Φαίνεται, λοιπόν, ότι παρόλα τα αρνητικά στοιχεία και τις δυσκολίες που οι φοιτητές αναγνωρίζουν στους τρισδιάστατους εικονικούς κόσμους, είναι διατεθειμένοι να τους χρησιμοποιήσουν στο μέλλον, ως εργαλείο για την εκπαιδευτική διαδικασία.

### **9.1. Περιορισμοί της έρευνας**

- Η εργασία χρησιμοποίησε ένα μικρό δείγμα ατόμων, μη ικανό για στατιστικά ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 40 φοιτητές, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, για την εφαρμογή των δύο μεθόδων. Το μικρό δείγμα της έρευνας καθορίστηκε από τον χρόνο που μπορούσαν να διαθέσουν οι φοιτητές, ο οποίος ήταν περιορισμένος.
- Η εργασία απευθύνεται σε ενήλικες· δεν εξετάστηκε η χρήση του εικονικού κόσμου σε σχολικό περιβάλλον. Καθοριστικός παράγοντας ήταν ο χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας.

### **9.2. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Παρόλο που η εργασία χρησιμοποίησε μικρό δείγμα ατόμων συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας, χωρίς τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων, δείχνει μία τάση, η οποία μπορεί να ληφθεί υπόψη σε μελλοντικές εφαρμογές. Συνεπώς:

- θα μπορούσε να συμπεριληφθεί μεγαλύτερο δείγμα, ώστε να υπάρχει δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.
- θα μπορούσε να σχεδιαστεί ένας εικονικός κόσμος για το ηλιακό σύστημα που να αναφέρεται σε μαθητές Δημοτικού. Θα γινόταν διδασκαλία σε σχολικές μονάδες, με σκοπό την μελέτη της επίδοσης των μαθητών.

## Βιβλιογραφία

- Allison, D., & Hodges, F. L. (2000). Virtual Reality for Education?. Proceedings of the ACM symposium on “*Virtual reality software and technology*”. New York, 160-165.
- Andeson, R. J., Redder, M. L., & Simon, A. H. (1998). *Applications and misapplications of cognitive psychology in Mathematics Education*. Carnegie Mellon University.
- Andolsek, D. L., (1995). Virtual Reality in Education and Training, *International Journal of media*, 22 (2), 145-155.
- Antonacci, D., DiBartolo, E. N., Fritsch, K., McMullen, B., & Murch-Shafer, R. (2008). *The power of virtual worlds in education: A second life primer and resource for exploring the potential of virtual worlds to impact teaching and learning*. Angel Learning.
- Barfield, W., & Weghorst, S. (1993). The sense of presence within virtual environments: A conceptual framework. In G. Salvendy & M. J. Smith (eds.), *Human-Computer Interaction: Software and Hardware Interfaces*. New York: Elsevier.
- Baxter, J. H. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
- Bisard, W., Aron, R., Francek, M., & Nelson, B. (1994). Assessing selected physical science and Earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers. *Journal of College Science Teaching*, 24, 38-42.
- Bowen Loftin, R., Engelberg, M., & Benedetti, R. (25-28 October, 1993). Applying Virtual Reality in Education: A Prototypical Virtual Physics Laboratory. Proceedings IEEE Symposium on Research Frontiers in “*Virtual Reality*”. San Jose, CA, USA, 67-74.
- Bricken, M. (1991). Virtual worlds: No interface to design. In M. Benedikt (Ed.), *Cyberspace: First steps*. Cambridge, MA: MIT Press, 363-382.
- Bricken, M., & Byrne, C. (1992). Summer students in virtual reality: A pilot study on educational applications of VR technology. Paper presented at the Annual Meeting of “*American Educational Research Association*”, San Fransisco. ERIC Document.
- Bricken, M., & Byrne, C. M. (1993). Summer students in virtual reality: a pilot study on educational applications of virtual reality technology. In A. Wexelblat (eds.), *Virtual reality: applications and explorations*. Boston, MA: Academic, 199-217.

- Bricken, W. (1990). *Learning in virtual reality* (Memorandum M-90-5). Seattle, WA: Human Interface Technology Laboratory.
- Brooks, F. P. (1999). *What's Real About Virtual Reality?* University of North Carolina, Chapel Hill: IEEE Computer Graphics And Applications.
- Bruckman, A. (1998). Community support for constructionist learning. *Computer Supported Cooperative Work*, 7, 47–86.
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology* (2<sup>nd</sup> ed.). New Jersey: John Wiley and Sons.
- Byrne, M. C. (1993). *Virtual Reality and Education*. Human Interface Technology Lab. Technical Report R-93-6. Retrieved on 31-01-2015 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.103.7301&rep=rep1&type=pdf>.
- Byrne, M. C. (1996). *Water on Tap: The Use of Virtual reality as an Educational Tool*. Ph.D. Dissertation. University of Washington, Seattle, WA. <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne/home.html>
- Cartwright, G. F. (1994). Virtual or real? The mind in Cyberspace. *The Futurist*, 18, 2, 22-26.
- Charitos D., Karadanos G., Sereti E., Triantafillou S., Koukouvina S., & Martakos D. (2000). *Employing virtual reality for aiding the organization of autistic children behavior in everyday tasks*. University of Athens.
- Chou, C., Hsu, H.-L., & Yao, Y.-S. (1997). Construction of virtual reality learning environment for teaching structural analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 5 (4), 223-230.
- Chung, J. C., Harris, M. R., Brooks, F. P., Fuchs, H. M., Kelley, T., Hughes, J., Ouh-Young, M., Cheung, C., Holloway, R. L., & Pique, M. (18-20 January, 1990). Exploring Virtual Worlds with Head-Mounted Displays. Proceedings of the SPIE Conference on “*Three-Dimensional Visualization and Display Technologies*”, Los Angeles, 42-52.
- Cohen, M., & Kagan, M. (1979). Where Does the Old Moon Go? *Science Teacher*, 46 (8), 22-23.
- Cruz-Neira, C. (1993). *Virtual Reality Overview*. SIGGRAPH.
- D' Ovidio, R., & Doyle, J. (2003). A study on cyberstalking understanding investigative hurdles. *Law Enforcement Bulletin*, 72 (3), 10-21.

- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Dede, C. (1995). The evolution of constructivist learning environments: Immersion in distributed virtual worlds. *Educational Technology*, 35(5), 46–52.
- Dede, C., Salzman, M., & Loftin, R. B. (1996). The development of a virtual world for learning Newtonian mechanics. In P. Brusilovsky, P. Kommers, & N. Streitz (Eds.), *Multimedia, hypermedia, and virtual reality*. Berlin: Springer, 87–106.
- Delwiche, A. (2006), Massively multiplayer online games (MMOs) in the new media classroom. *Educational Technology & Society*,9(3), 160-172.
- Dickey, D. M. (2005). Three-dimensional virtual worlds and distance learning: two case studies of Active Worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36 (3), 439-451.
- Dieterle, E., & Clarke, J. (2007). Multi-User Virtual Environments for Teaching and Learning. In M. Pagani (eds.), *Encyclopedia of Multimedia technology and networking (2nd ed.)*. Hershey: Idea Group, Inc.
- Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*.
- Durlach, N. I., & Mavor, A. S. (1995). *Virtual Reality - Scientific and Technological Challenges*. Washington, D.C.: National Research Council.
- ENISA. (2010). *Virtual worlds, real money; Security and Privacy in massively-multiplayer online games and social and corporate virtual worlds*. European network and information security agency.
- Farahmand, F., Yadav, A., & Spafford, H. E. (2013). Risks and uncertainties in virtual worlds: an educators' perspective. *Journal of Computing in Higher Education*, 25, 49-67.
- Florin, A. (2010). Piaget Jean (1896-1980). Στο Κ. Αγγελάκος (επιμ.), *Πρόσωπα, Ιδέες και Θέματα στις Επιστήμες της Αγωγής*. Αθήνα: Εκδόσεις Κέδρος
- Fuchs, H., & Bishop, G. (1992). *Research Directions in Virtual Environments*. UNC.
- Gartner (2007a). *Corporate use of virtual worlds needs careful evaluation*. Gartner Group, Retrieved from <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=511370>

- Gartner (2007b). *Five virtual world security fears*. Retrieved from [http://www.businessweek.com/globalbiz/content/aug2007/gb2007089\\_070863.htm?chan=globalbiz\\_europe?index?page\\_top?stories](http://www.businessweek.com/globalbiz/content/aug2007/gb2007089_070863.htm?chan=globalbiz_europe?index?page_top?stories)
- Gay, E. R., & Santiago, R. (1994). VR Projects at Natrona County. Wyoming. *Sci-VR-Appsbulletin*: May 5.
- Gibson, W. (1984). *Neuromancer*. New York: Ace Books.
- Gigante, M. (1993). *Virtual Reality Definitions, History and Applications*. Academic Press.
- Girvan, C., & Savage, T. (2010). Identifying an Appropriate Pedagogy for Virtual Worlds: A Communal Constructivism Case Study. *Computers & Education*, 55, 342-349.
- Good, J., Howland, K., & Thackray, L. (2008). Problem-based Learning Spanning Real and Virtual Worlds: a case study in Second Life. *ALT-J Research in Learning Technology*, 16(3), 163-172.
- Gredler, M. E. (2003). *Games and simulations and their relationships to learning. Handbook of research for educational communications and technology* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex.
- Harris, A. L., & Rea, A. (2009). Web 2.0 and virtual world technologies: A growing impact on IS Education. *Journal of Information Systems Education*, 20 (2), 137-144.
- Hedberg, J., & Alexander, S. (1994). Virtual Reality in Education: Defining Researchable Issues. *Educational Media International*, 31(4), 214-220.
- Helsel, S. (1992). Virtual Reality and Education. *Educational Technology*, 32 (5), 38-42.
- Hollingworth, W. R., & McLoughlin, C. (2001). Developing science students' metacognitive problem solving skills online. *Australian Journal of Educational Technology*, 17 (1), 50-63.
- Javidi, G. (1999). *Virtual Reality and Education*. University of South Florida.
- Jonassen, D. H. (1992). Evaluating constructivist learning. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates, 137-148.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models*. Mahwah, NJ: Erlbaum Associates, 215-239.

- Jonassen, D. H., Peck, K., & Wilson, B. G. (1999). *Learning WITH technology: A constructivist perspective*. Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Kalawsky, R. (1994). *The Science of Virtual Reality and Virtual Environments: A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments*. Boston: Addison Wesley Publishing Company.
- Kalawsky, R. (1996). *Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues*. AGOCR report.
- Kamel Boulos, M. N., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: An overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information and Libraries Journal*, 24, 233-245.
- Kemp, J. & Livingstone, D. (2006). Putting a Second Life “metaverse” skin on learning management systems. Proceedings of *Second Life Education Workshop 2006*.
- Kennedy, R.S., Lane, N.E., Lilienthal, M.G., Berbaum, K.S., & Hettinger, L.J. (1993). Profile analysis of simulator sickness symptoms: Application to virtual environment systems. *Presence*, 1, 295-301.
- Kirschner, P., & Selinger, M. (2003). The state of affairs of teacher education with respect to information and communications technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 12 (1), 5-12.
- Kitchen, D., & McDougall, D. (1998). Collaborative learning on the Internet. *Journal of Educational Technology Systems*, 27, 245–258.
- Kluge, S., & Riley, L. (2008). Teaching in virtual worlds: Opportunities and challenges. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 5, 127–135.
- Krueger, M. (1983). *Artificial Reality I*. Addison-Wesley.
- Krueger, M. (1991). *Artificial Reality II*. Addison-Wesley Professional.
- Kubovy, M. (1986). *The Psychology of Perspective and Renaissance Art*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lanier, J., & Biocca, F. (1992). An Insider’s View of the Future of Virtual Reality. *Journal of Communications*, 42 (4), 150-172.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Lee, M. W. (1986). The Match: Learning Styles of Black Children and Microcomputer Programming. *Journal of Negro Education*, 55 (1), 78-90.
- Loeffler, C. E., & Anderson, T. (1994). *The Virtual Reality Casebook*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Loftin, R. B., & Dede, C. (1993). Surreal Science. *Scientific American*, 103.
- Loftin, R. B., Engelberg, M., & Benedetti, R. (1993). Applying virtual reality in education: a prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of the IEEE Symposium on "Research Frontiers in Virtual Reality", 67-74.
- Macpherson, C., & Keppell, M. (1998). Virtual reality: What is the state of play in education?. *Australian Journal of Education Technology*, 14 (1), 60-74.
- May, B., Moore, P., & Lintott, C. (2009). *Bang! The Complete History of the Universe*. Bristol: Carlton Books.
- Middleton, T., & Boman, D. (1994). "Simon Says": Using speech to perform tasks in virtual environments. Presented at the second annual conference on "Virtual Reality and Persons with Disabilities". San Francisco.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, vol. 56 (3), 769-780
- Mikropoulos, T., Katsikis, A. & Chalkidis, A. (1995). Virtual Environments for Environmental Education. In H. Maurer (ed.), *World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*. Graz, Austria.
- Minocha, S. & Roberts, D. (2008). Laying the groundwork for socialisation and knowledge construction within 3D virtual worlds. *ALT-J*, 16(3), 181-196.
- Minsky M., Ouh-Young, M., Steele, O., Brooks, F. P., & Behensky, M. (1990). Feeling and Seeing: Issues in Force Display. Proceedings of Symposium of "3 – 0 Interactive Graphics". Snowbud, Utah.
- Monahan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50, 1339–1353.
- Moshell, J. M., & Hughes, C. E. (1994). *The virtual school*. Orlando, FL: Institute for Simulation and Training.

- NASA. (n.d.). *Solar System Exploration*. Ανάκτηση Ιουνίου 28, 2014, από <http://solarsystem.nasa.gov/planets/>
- NSF. (2008). *Fostering learning in the networked world: The cyberlearning opportunity and challenge. Report of the NSF Task Force on Cyberlearning*. National Science Foundation.
- Osberg, K. M. (1997). *Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world*. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/index.html>
- Pajares, M. F. (1992), Teacher beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct, *Review of Educational Research*, 62, 307-332
- Pantelidis, V. S. (1993). Virtual Reality in the Classroom. *Educational Technology*, 33 (4), 23-27.
- Pantelidis, V. S. (1996). *Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education*. VR in the Schools, 2. Retrieved from <http://vr.coe.edu/vrits/2-1pante.htm>.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The Children's machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York: Basic Books.
- Philips, C. W. (1991). Earth Science Misconceptions. *Science Teacher*, 58 (2), 21-23.
- Plait, C. Ph. (2002). *Bad astronomy: misconceptions and misuses revealed, from astrology to the moon landing "hoax"*. New York: Wiley.
- Potka, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instructional Science*, 23, 405-431.
- Potka, J., & Davison, S. A. (1993). Cognitive Factors Associated with Immersion in Virtual Environments. In Proceedings of the 1993 Conference on “*Intelligent Computer Aided Training and Virtual Environment Technology*”. Houston, TX.
- Rheingold, H. (1990). *Virtual Reality*. New York: Summit Books.
- Rheingold, H. (1993). *The virtual community: Homesteading on the electronic frontier*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Robin, K. (2004). *Διαστημικό Τηλεσκόπιο Hubble: Ο καθρέφτης του σύμπαντος*. (Μ. Παναγιωτάκης, & Γ. Παπαδόγκονας, Μεταφρ.) Αθήνα: Σαββάλας
- Roblyer, M. D., & Edwards, J. (2000). *Integrating educational technology into teaching*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall Inc.



- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R.B., & Chen, J. (1999). A model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8, 293-316.
- Sharan, Y. (1990). *Cooperative learning: Theory and Research*. NY: Praeger.
- Slater, M., & Usoh, M. (1993). The influence of a virtual body on presence in immersive virtual environments. In *Virtual Reality '93: Proceedings of the Third Annual Conference on Virtual Reality*. Westport, CT: Meckler Ltd, 34-42.
- Slator, B. M., Juell, P., McClean, P. E., Saini-Eidukatc, B., Schwertc, D. P., Whited, A. R., et al. (1999). Virtual environments for education. *Journal of Network and Computer Applications*, 22, 161-174.
- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of Research of Cooperative learning. *Educational Leadership*. 48, 71-77.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Needham Heights, MA: Simon & Schuster Company.
- Smith, P., Mahdavi, J., Carvalho, M., & Tippett, N. (2006). *An investigation into cyberbullying, its forms, awareness and impact, and the relationship between age and gender in cyberbullying*. Research Brief, Brief No: RBX03-06.
- Sneider, I. C., & Ohadi, M. M. (1998) Unraveling Students' Misconceptions about the Earth's Shape and Gravity. *Science Education*, 82 (2), 265-284.
- Spring, M. (1991). Informing with Virtual Reality. In M. Helsel, & J. P. Ruth (eds.), *Virtual Reality: The Practice, and Promise*, Westport, CT: Meckler
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42 (4), 73-93. Retrieved on 20-01-2015 from <http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2015/reading/steuer.pdf>
- Stuart, R., & Thomas, J. C. (1991). The implications of education in Cyberspace. *Multimedia Review*, 2, 17-27.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Warren, D. H., Welch, R., & McCarthy, T. J. (1981). The Role of Visual-Auditory 'Compellingness' in the Ventriloquism Effect: Implications for Transitivity Among the Spatial Senses. *Perception and Psychophysiology*, 30, 557-564.

- Wickens, D. C. (18-21 October, 1992). Virtual Reality and education. IEEE International Conference “*Systems, Man and Cybernetics*”. Chicago, IL, 842-847.
- Winn, W. (1997). The Virtual Reality Roving Vehicle Project. *T.H.E Journal*, 23 (5), 70-75.
- Winn, W. D. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality* (HITL Report No. R-93-9). Seattle, WA: University of Washington, Human Interface Technology Laboratory.
- Winn, W. D. (1997). *The impact of three-dimensional immersive virtual environments on modern pedagogy* (HITL Technical Report No. R-97-15). Seattle, WA: University of Washington, Human Interface Technology Laboratory.
- Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing Virtual Worlds for use in Mathematics Education. The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32 (12), 12-19.
- Winn, W., Hoffman, H., Hollander, A., Osberg, K., Rose, H., & Char, P. (1997). The Effect of Student Construction of Virtual Environments on the Performance of High- and Low-Ability Students. *Human Interface Technology Laboratory*. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-6>
- Youngblut, C. (1998). *Educational Uses of Virtual Reality Technology*. Virginia: Institute for Defense Analyses (IDA).
- Zeltzer D. (1992). Autonomy, interaction and presence. *Presence*, 1, 127-132.
- Zimmerman, T. G., Lanier, J., Blanchard, C., Bryson, S., & Harvill, Y. (1987). A Hand Gesture Interface Device. Proceedings of the “*ACM SIGCHI*”, 189-192.
- Βοσινάκης, Σπ. (21-23 Ιουνίου, 2013). Εργαστήριο OpenSimulator. Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «*Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*». Σύρος.
- Βοσνιάδου, Σ. (1998). *Γνωσιακή ψυχολογία*. Αθήνα: Gutenberg.
- Βοσνιάδου, Σ., Αλεξοπούλου, Ε., Αρβανίτη, Ε., Ξυράφη, Μ., & Λεώβαρη, Β. (7-8 Φεβρουαρίου, 1997). Αντιλήψεις των μαθητών στην Αστρονομία. Πρακτικά Δημερίδας «*Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία στην Α'βάθμια Εκπαίδευση*». Πανεπιστήμιο Αθηνών, 34-35.
- Γεωργίου, Κ., Τσοβόλας, Σπ., & Ζαγούρας, Χ. (4-6 Μαΐου, 2007). Η αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών αναφορικά με την “τοποθέτηση” των παιδιών στον ευρύτερο κοσμικό χώρο μέσω του εξελληνισμένου λογισμικού “Celestia”. Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Συνεδρίου «*ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*». Σύρος.

- Δημητριάδης, Στ., κ.ά. (2008). *Ευέλικτη μάθηση, με χρήση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών*. Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Σζιόλα.
- Καλαμπούκας, Η., Μουχταρίδης, Σ., & Μεσελίδου, Χ. (7 Φεβρουαρίου, 2009). Μια Απόπειρα Ανάδειξης των Δυνατοτήτων του Διαδικτύου στη Διδασκαλία και στη Μάθηση Εννοιών και Φαινομένων Αστρονομίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Πρακτικά Συνεδρίου με θέμα «*Η Διδακτική των Θετικών Επιστημών στην Εκπαίδευση: δημιουργώντας γέφυρες επικοινωνίας ανάμεσα στο Νηπιαγωγείο, το Δημοτικό, το Γυμνάσιο*». Θεσσαλονίκη, 94-103.
- Καλλέρη, Μ., & Ψύλλος, Δ. (2001). Οι αντιλήψεις των νηπιαγωγών για έννοιες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Στο Κ. Ραβάνης (επιμ.), *Η μύηση των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Πάτρα.
- Κόκκοτας, Β. Π., Ριζάκη, Α. Α., Χαβιάρης, Σ. Π., & Χατζή, Β. Μ. (2002). *Φυσικές Επιστήμες ΣΤ' τάξης, Βιβλίο για το δάσκαλο*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Κόκοτος, Χ. Δ. (2007). *Εικονικά Περιβάλλοντα Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
- Κολιάδης, Ε. (1997). *Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κόμης, Β., & Μικρόπουλος, Α. (2001). *Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, β' τόμος. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Μακράκης, Β. (2000). *Υπερμέσα στην Εκπαίδευση: Μια Κοινωνικο-εποικοδομιστική Προσέγγιση*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο
- Μικρόπουλος, Α., Δήμου, Γ., & Γκουζίνης Χ. (1997). Ενίσχυση εμπειριών μέσω Εικονικής Πραγματικότητας. Ένα παράδειγμα από το χώρο των επιστημών. Πρακτικά του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «*Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση*». Πάτρα, 551-558
- Μικρόπουλος, Τ. Α. (1998). Η εικονική πραγματικότητα στην υποστήριξη της διδασκαλίας της φυσικής. *Επιθεώρηση Φυσικής*, Η (26), 23-28.
- Μπάκας, Χ., Κατσίκης, Α., Δήμου, Γ., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (1999). Σχεδίαση εικονικών περιβαλλόντων για την υποστήριξη της κατανόησης πλανητικών φαινομένων με βάση αντιλήψεις μαθητών. Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «*Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση*». Ρέθυμνο, 174-183.
- Μπασέτας, Κ. (2002). *Ψυχολογία της μάθησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Ατραπός

- Οικονόμου, Δ. (2006). Θέματα Σχεδιασμού Εικονικών Συνεργατικών Περιβαλλόντων. Στο Ν. Αβούρης, Φ. Καραγιαννίδης, & Β. Κόμης (επιμ.), *Εισαγωγή στη Συνεργασία Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Παπαδοπούλου, Ε., & Κοτρίδης, Α. (23-25 Απριλίου, 2010). Θεωρητικό πλαίσιο εφαρμογής των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαιδευτική πρακτική. Εισήγηση που παρουσιάστηκε στο 2ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Ημαθίας «Ψηφιακές και Διαδικτυακές Εφαρμογές στην Εκπαίδευση». Βέροια-Νάουσα, 1509-1522.
- Παραμυθιώτου, Μ. (7 Φεβρουαρίου, 2009). Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο: Στάσεις και προσεγγίσεις των Νηπιαγωγών. Πρακτικά Συνεδρίου με θέμα «*Η Διδακτική των Θετικών Επιστημών στην Εκπαίδευση: δημιουργώντας γέφυρες επικοινωνίας ανάμεσα στο Νηπιαγωγείο, το Δημοτικό, το Γυμνάσιο*». Θεσσαλονίκη, 178-185.
- Πιντέλας, Π., Μικρόπουλος, Α., Κατσικής, Α., Καμέας, Α., Τριάντης, Α., Νικολού, Ε., Βάθης, Σ., & Κουταλιέρης, Γ. (1998). ΕΙΚΩΝ: Εικονική Πραγματικότητα στη διαθεματική προσέγγιση μαθημάτων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Επιστημονική Διμερίδα Πληροφορικής «*Η πληροφορική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*». Αθήνα, 218-224.
- Πόρποδας, Κ. (2000). *Γνωστική Ψυχολογία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2004). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση*. Αθήνα: Εκδόσεις Ράπτη.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (1999). *Πληροφορική και Εκπαίδευση. Συνολική Προσέγγιση*. Αθήνα: Εκδόσεις Ράπτη.
- Σιμιτζόγλου, Σ., & Χαλκιά, Κ. (15-18 Μαρτίου, 2007). Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το ηλιακό σύστημα. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «*Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση*», τεύχος Β'. Ιωάννινα, 820-827.
- Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία-Υπολογιστές και Μάθηση στην Κοινωνία της Γνώσης*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Κώδικας.
- Σπυράτου, Ε. (2008). Το ηλιακό μας σύστημα. Ένα σχέδιο εργασίας για τον Ήλιο μας και τους πλανήτες (Γεωγραφία – Στ' Δημοτικού). *Σύγχρονο Δημοτικό Σχολείου*, 6, 68-74.
- Τζιμογιάννης Α. (2002). Αντιλήψεις και προσεγγίσεις νηπιαγωγών σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: μία μελέτη περίπτωσης. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «*Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*». Ρέθυμνο, 278-284.

- Φωκίδης, Μ. (2014). *Σημειώσεις για τη χρήση του OpenSim και της διανομής Simonastick*. [Πανεπιστημιακές σημειώσεις]. Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Φωκίδης, Μ. (2004). *Δημιουργία περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας για τη διδασκαλία της κυκλοφοριακής αγωγής*. [Διδακτορική διατριβή]. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/14486#page/1/mode/2up>.
- Φωκίδης, Μ., & Τσολακίδης, Κ. (2011). *Εικονική πραγματικότητα στην Εκπαίδευση: Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα: Διάδραση.
- Φωκίδης, Μ., & Τσολακίδης, Κ. (2013). Η Εικονική πραγματικότητα στην Εκπαίδευση. Στο Α. Σοφός & Κ. Βρατσάλης (επιμ.), *Παιδαγωγική αξιοποίηση των Νέων Μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων.
- Χαλκιά, Κ. (2001). Η μετεκπαίδευση των νηπιαγωγών στις έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Εμπειρίες από το Μαράσλειο Διδασκαλείο της Αθήνας. Στο Κ. Ραβάνης (επιμ.), *Η μύηση των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Πάτρα.
- Χαλκιά, Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Χαλκιά, Κ., & Κωστόπουλος, Δ. (7-8 Φεβρουαρίου, 1997). Στάσεις και Απόψεις των Εκπαιδευτικών της Α' βάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τον τρόπο που καλύπτονται τα θέματα της Φυσικής από το Αναλυτικό Πρόγραμμα και τα Σχολικά Εγχειρίδια. Πρακτικά Διημερίδας «Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία στην Α' βάθμια Εκπαίδευση». Πανεπιστήμιο Αθηνών, 57-62.

## Παράρτημα Α1: Ερωτηματολόγιο 1

1. Φύλο:
2. Ηλικία:
3. Πόσους πλανήτες έχει το Ηλιακό μας Σύστημα;  
-7, -8, -9
4. Ο Ήλιος αποτελείται από:  
(μπορείς να σημειώσεις παραπάνω από ένα)  
- άζωτο (N), - ήλιο (He), - μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), - υδρογόνο (H)
5. Ο ηλιακός άνεμος είναι:  
- ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων, - άνεμος στην επιφάνεια του Ήλιου
6. Πόσα λεπτά χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη;  
- 2 min, - 5min, - 8min, - 15min
7. Ποιοι πλανήτες έχουν στέρεα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια και δεν έχουν στέρεα επιφάνεια:  
7.1. Στέρεα επιφάνεια έχουν οι πλανήτες:  
7.2. Αποτελούνται από αέρια οι πλανήτες:
8. Ποιος πλανήτης έχει τη μικρότερη περίοδο περιφοράς γύρω από τον Ήλιο;  
- Ερμής, - Γη, - Άρης, - Δίας
9. Ποιος πλανήτης ονομάζεται Αποσπερίτης ή Αυγερινός και "δίδυμος πλανήτης της Γης";  
- Ερμής, - Αφροδίτη, - Σελήνη, - Δίας
10. Η κλίση του άξονα περιστροφής της Γης δημιουργεί:  
- το πολικό Σέλας, - τις τέσσερις εποχές, - τις παλίρροιες
11. Το όρος Όλυμπος, το μεγαλύτερο βουνό του Ηλιακού Συστήματος βρίσκεται στον/στην:  
- Γη, - Άρη, - Δία, - Κρόνο
12. Πόσους δακτυλίους έχει ο Κρόνος;  
- 1, - 2, - 7, - 15
13. Ποιοι πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος έχουν δακτυλίους;
14. Ποιος πλανήτης περιστρέφεται πλάγια (κλίση του άξονα περιστροφής ίση με 90°);  
- Ερμής, - Δίας, - Κρόνος, - Ουρανός

15. Ποιος πλανήτης ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθηματικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση;

- Ερμής, - Κρόνος, - Ποσειδώνας, - Πλούτωνα

16. Ο Πλούτωνα είναι:

- πλανήτης, - πλανήτης - νάνος, - δορυφόρος, - αστεροειδής

17. Οι πλανήτες - νάνοι (μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από ένα):

- είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, - μπορούν να είναι δορυφόροι, - δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα, - δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο

18. Ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους;

19. Ονομάστε όσους δορυφόρους γνωρίζετε:

Όνομα δορυφόρου  
Σελήνη

Πλανήτης  
Γη

20. Ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν στη Σελήνη κατά τη διάρκεια της αποστολής Apollo 11;

- Edwin "Buzz" Aldrin, - John Glenn, - Neil Armstrong, - Yuri Gagarin

21. Ποιος είναι ο μεγαλύτερος δορυφόρος του Ηλιακού Συστήματος;

- Γανυμήδης, - Ευρώπη, - Σελήνη, - Τιτάνας

22. Ποιος δορυφόρος είναι γνωστός και ως "δορυφόρος - πίτσα";

- Ευρώπη, - Ιώ, - Μιράντα, - Τιτάνας

23. Στην..... υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ύπαρξης νερού;

- Ευρώπη, - Μιράντα, - Σελήνη

24. Η ατμόσφαιρα του ..... είναι παρόμοια με την ατμόσφαιρα της πρώιμης Γης, πριν η ζωή εμφανιστεί στον πλανήτη.

- Γανυμήδη, - Τιτάνα

25. Γνωρίζεται κάποια αποστολή με στόχο τη μελέτη πλανητών;

Όνομα αποστολής

Στόχος

## Παράρτημα Α2: Ερωτηματολόγιο 2

1. Ποιοι είναι οι πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος; (Να γραφούν με σειρά απόστασης από τον Ήλιο, από τον πιο κοντινό στον πιο μακρινό).
2. Ο Ήλιος αποτελείται από:  
(μπορείς να σημειώσεις παραπάνω από ένα)  
- άζωτο (N), - ήλιο (He), - μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), - υδρογόνο (H)
3. Ο ηλιακός άνεμος είναι:  
- ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων, - άνεμος στην επιφάνεια του Ήλιου
4. Πόσα λεπτά χρειάζεται το φως για να φτάσει από την επιφάνεια του Ήλιου στη Γη;  
- 2 min, - 5min, - 8min, - 15min
5. Οι ηλιακές κηλίδες έχουν θερμοκρασία..... σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια του Ήλιου.  
- μεγαλύτερη, - ίση, - μικρότερη
6. Ποιοι πλανήτες έχουν στέρεα επιφάνεια και ποιοι αποτελούνται από αέρια και δεν έχουν στέρεα επιφάνεια:  
6.1. Στέρεα επιφάνεια έχουν οι πλανήτες:  
6.2. Αποτελούνται από αέρια οι πλανήτες:
7. Η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης αποτελείται κυρίως από ....., με αποτέλεσμα να δημιουργείται έντονο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο οδηγεί σε σταθερή υψηλή θερμοκρασία.  
- διοξείδιο του άνθρακα, - οξυγόνο, - αργό
8. Συμπλήρωσε την πρόταση, γράφοντας το σωστό φαινόμενο στο παρακάτω πλαίσιο.  
  
Η κλίση του άξονα περιστροφής της Γης δημιουργεί τις/το..... . Η Σελήνη είναι υπεύθυνη για τις/το..... . Ο ηλιακός άνεμος προκαλεί τις/το..... . (παλίρροιες, εποχές, πολικό Σέλας)
9. Η Μεγάλη Σκοτεινή Κηλίδα είναι μια τεράστια καταιγίδα που εντοπίστηκε στον .....  
- Κρόνο, - Ποσειδώνα
10. Το όρος Όλυμπος, το μεγαλύτερο βουνό του Ηλιακού συστήματος βρίσκεται στον πλανήτη..... , γνωστό και ως .....  
- Αφροδίτη/Αυγερινό, - Άρη/Κόκκινο πλανήτη
11. Οι δακτύλιοι του Κρόνου παρατηρήθηκαν πρώτη φορά από τον ..... . Οι δακτύλιοι Β και Α χωρίζονται από ένα μεγάλο κενό, το Χάσμα ....., το οποίο ονομάστηκε έτσι από τον Ιταλό αστρονόμο ....., που ήταν ο πρώτος που το παρατήρησε.  
- Γαλιλαίος/Κασινί/Κασινί, - Κασινί/Γαλιλαίος/Γαλιλαίος



12. Ένα χαρακτηριστικό του Ουρανού είναι η κλίση του άξονα περιστροφής του, η οποία είναι σχεδόν ..... , με αποτέλεσμα ο πλανήτης να φαίνεται ότι περιστρέφεται πλάγια.

- 45°, - 90°

13. Ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας φαίνονται μπλε εξαιτίας του ..... που υπάρχει στην ατμόσφαιρά τους.

- οξυγόνου, - μεθανίου

14. Ο ..... έχει τη μικρότερη περίοδο περιφορά γύρω από τον Ήλιο, μόλις 88 ημέρες!

- Ερμής, - Δίας

15. Ο πλανήτης ..... ανακαλύφθηκε πρώτα μέσα από μαθητικές προβλέψεις και έπειτα από παρατήρηση.

- Ουρανός, - Ποσειδώνας

16. Η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα στον Δία είναι:

- ένας τεράστιος τυφώνας, - ένα τεράστιο ηφαίστειο

17. Πόσους δακτυλίους έχει ο Κρόνος;

- 2, - 3, - 7, - 10

18. Ποιοι πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος έχουν δακτυλίους;

19. Ο Πλούτωνας είναι:

- πλανήτης, - πλανήτης - νάνος, - δορυφόρος, - αστεροειδής

20. Οι πλανήτες - νάνοι (μπορείς να επιλέξεις παραπάνω από ένα):

- είναι μικρότεροι από τους πλανήτες, - μπορούν να είναι δορυφόροι, - δεν είναι σε θέση να "καθαρίσουν" την τροχιά τους από άλλα σώματα, - δεν βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο

21. Από τους 5 αναγνωρισμένους πλανήτες-νάνους, οι 4 βρίσκονται στη Ζώνη του Κάιπερ και μόνο ο/η ..... βρίσκεται στην Κύρια Ζώνη Αστεροειδών.

- Πλούτωνας, - Δήμητρα

22. Ποιοι πλανήτες έχουν δορυφόρους;

23. Αντιστοίχησε τους πλανήτες με τους δορυφόρους. (Σημείωσε με x το αντίστοιχο κουτάκι)

	Ερμής	Αφροδίτη	Γη	Άρης	Δίας	Κρόνος	Ουρανός	Ποσειδώνας	Πλούτωνας
Γανυμήδης									
Δείμος									
Ευρώπη									
Ιώ									
Καλλιστώ									
Μιράντα									

Σελήνη									
Τιτάνας									
Τρίτωνας									
Φόβος									
Χάροντας									
Δεν έχει δορυφόρο									

24.1. Ποιοι ήταν οι πρώτοι άνθρωποι που περπάτησαν στη Σελήνη;  
 - Edwin "Buzz" Aldrin, - John Glenn, - Neil Armstrong, - Yuri Gagarin

24.2. Κατά τη διάρκεια της αποστολής.....  
 - Apollo 11, - Pioneer 11

25. Οι θάλασσες στη Σελήνη είναι:  
 - ωκεανοί νερού, - σκοτεινές περιοχές λάβας

26. Οι 4 μεγαλύτεροι δορυφόροι του Δία ανακαλύφθηκαν από τον....., γι' αυτό ονομάζονται και Δορυφόροι του .....  
 - Κάιπερ/Κάιπερ, - Γαλιλαίο/Γαλιλαίου

27. Αντιστοίχησε τους δορυφόρους με τα σωστά χαρακτηριστικά. (Σημείωσε με x το αντίστοιχο κουτάκι)

	Γανυμήδης	Ευρώπη	Ιώ	Καλλιστώ	Μιράντα	Τιτάνας	Τρίτωνας
Έχει πυκνή ατμόσφαιρα, παρόμοια με αυτή της πρώιμης Γης							
Είναι το πιο ηφαιστειακά ενεργό σώμα του Ηλιακού Συστήματος (δορυφόρος - πίτσα)							
Είναι ο μεγαλύτερος δορυφόρος του Ηλιακού Συστήματος							
Τοπία διαφορετικής γεωλογικής μορφής διαδέχονται το ένα το άλλο, χωρίς ομαλή μετάβαση							
Έχει το αρχαιότερο έδαφος στο Ηλιακό Σύστημα							
Είναι το πιο παγωμένο σώμα του Ηλιακού Συστήματος							
Πιθανότατα, έχει ωκεανό νερού κάτω από τον πάγο							

28. Αντιστοίχισε τις παρακάτω αποστολές με τον αντίστοιχο πλανήτη-στόχο. (Σημείωσε με x το αντίστοιχο κουτάκι)

	Cassini, Voyager 1 Voyager 2	Curiosity (ρόβερ), Mars Odyssey	Galileo, Voyager 1 Voyager 2	Magellan, Venus Express	Mariner 10, MESSENGER	New Horizons	Voyager 2
Ερμής							
Αφροδίτη							
Άρης							
Δίας							
Κρόνος							
Ουρανός							
Ποσειδώνας							
Πλούτωνας							

### Παράρτημα Α3: Ερωτηματολόγιο 3

1. Αξιολογείτε την εμπειρία σας: Τι σας άρεσε;
2. Αξιολογείτε την εμπειρία σας: Τι δεν σας άρεσε;
3. Αξιολογείτε την εμπειρία σας: Τι σας δυσκόλεψε;
4. Ποια θεωρείτε ότι ήταν τα "δυνατά" σημεία του εικονικού κόσμου;
5. Ποια θεωρείτε ότι ήταν τα "αδύναμα" σημεία του εικονικού κόσμου;
6. Η ταχύτητα που έτρεχε ήταν ικανοποιητική;
  - Ναι, - Όχι
7. Υπήρχαν προβλήματα; Αν ναι, ποια;  
(μπορείτε να επιλέξετε περισσότερα από ένα)
  - Όχι, - Ναι, με τον Firestorm, - Ναι, με τα scripts, - Ναι, με τα videos, - Άλλο: .....
8. Ποιους από τους παρακάτω παιδαγωγικούς στόχους πέτυχε η εφαρμογή;  
(μπορείτε να επιλέξετε περισσότερα από ένα)
  - να κατανοήσουν οι φοιτητές βασικές έννοιες αστρονομίας (π.χ. τι είναι πλανήτης - νάνος),
  - να γνωρίσουν τα βασικά χαρακτηριστικά του Ήλιου, - να γνωρίσουν τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος και τα χαρακτηριστικά τους, - να γνωρίσουν αποστολές που έχουν γίνει με σκοπό τη μελέτη των πλανητών, - να μπορούν να πλοηγηθούν με σχετική ευκολία στον εικονικό κόσμο του Opensim
9. Πόσες ώρες διαθέσατε για την εξερεύνηση της εφαρμογής;
- 10.1. Ποια θεωρείται ότι είναι τα θετικά χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων;
- 10.2. Ποια θεωρείται ότι είναι τα αρνητικά στοιχεία των τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων;
11. Θα χρησιμοποιούσατε έναν έτοιμο εικονικό κόσμο για τη διδασκαλία στο σχολείο;
- 11.1. Ποια θεωρείτε ότι είναι τα πλεονεκτήματα χρήσης εικονικών κόσμων στη διδασκαλία;
- 11.2. Ποια θεωρείτε ότι είναι τα μειονεκτήματα χρήσης εικονικών κόσμων στη διδασκαλία;
12. Εσείς θα φτιάχνατε εικονικούς κόσμους για να τους χρησιμοποιήσετε εσείς ή οι μαθητές σας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας;
- 12.1. Ποια πλεονεκτήματα θεωρείτε ότι θα είχε κάτι τέτοιο;
- 12.2. Ποια μειονεκτήματα θεωρείτε ότι θα είχε κάτι τέτοιο;

## Παράρτημα Β: Πληροφορίες για το ηλιακό σύστημα: Ενδεικτικό παράδειγμα ο Ήλιος



# ΗΛΙΟΣ

Βασικά Στοιχεία	
Ακτίνα.Ισημερινού	695.508 km (110 φορές περίπου πιο μεγάλη από της Γης)
Περίοδος.Ιδιοπεριστροφής	25 ημέρες
Μάζα.	$1,9 \times 10^{30}$ kg (333.000 φορές περίπου πιο μεγάλη από της Γης)
Βαρύτητα.Επιφάνειας	$274 \text{ m/s}^2$ (100 kg στη Γη είναι 2.800 kg στον Ήλιο)
Θερμοκρασία.Επιφάνειας	$5.500^\circ\text{C}$
Θερμοκρασία.Πυρήνα	$15.000.000^\circ\text{C}$

## ΗΛΙΟΣ

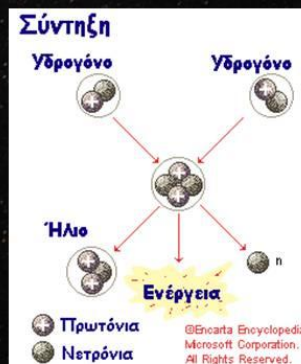
- Ο Ήλιος είναι το πιο κοντινό αστέρι στη Γη και βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς υποστηρίζει τη ζωή στη Γη. Η αλληλεπίδραση μεταξύ Ήλιου και Γης δημιουργεί τις εποχές, τα ωκεάνια ρεύματα, τον καιρό και το κλίμα.
- Ο Ήλιος είναι ένας κίτρινος νάνος – ένα αρκετά κοινό αστέρι. Έχει ηλικία περίπου 5 δισεκατομμυρίων ετών.

## ΗΛΙΟΣ

- Η μάζα του αποτελεί το 99,8% της μάζας ολόκληρου του ηλιακού συστήματος.
- Ο Ήλιος δεν έχει στέρεα επιφάνεια: είναι μια μπάλα αερίου που αποτελείται από τα δύο πιο κοινά στοιχεία στο σύμπαν: το υδρογόνο ( $H_2$ ) και το ήλιο (He).

# ΗΛΙΟΣ

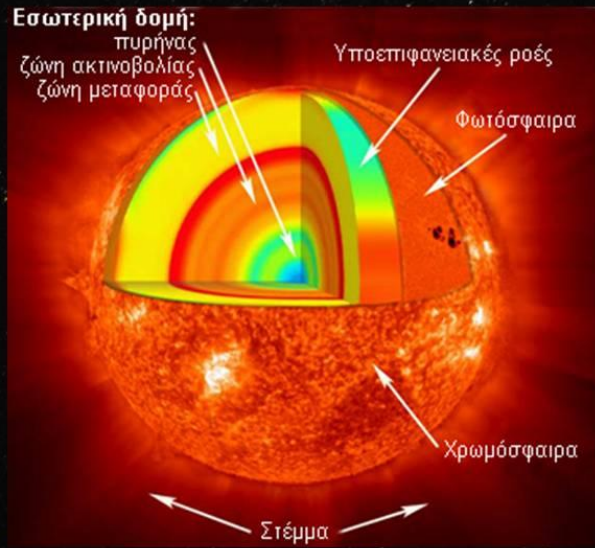
- Η τεράστια πίεση και θερμοκρασία στον πυρήνα του Ήλιου πυροδοτούν πυρηνικές αντιδράσεις, κατά τις οποίες οι πυρήνες ατόμων υδρογόνου συντήκονται και σχηματίζουν πυρήνες ατόμων ηλίου. Κατά τη διαδικασία αυτή εκλύονται τεράστιες ποσότητες ενέργειας.



# ΗΛΙΟΣ

- Ο Ήλιος αποτελείται από 6 περιοχές: τον πυρήνα, τη ζώνη ακτινοβολίας, τη ζώνη μεταφοράς, τη φωτόσφαιρα (επιφάνεια), τη χρωμόσφαιρα και το στέμμα.

# ΗΛΙΟΣ



# ΗΛΙΟΣ

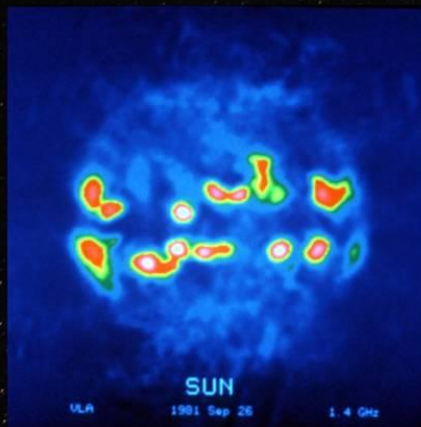
- Τα φωτόνια χρειάζονται περίπου 170.000 χρόνια για να περάσουν από τον πυρήνα στην επιφάνεια.
- Το φως από την επιφάνεια του Ήλιου χρειάζεται 8 min για να φτάσει στη Γη.



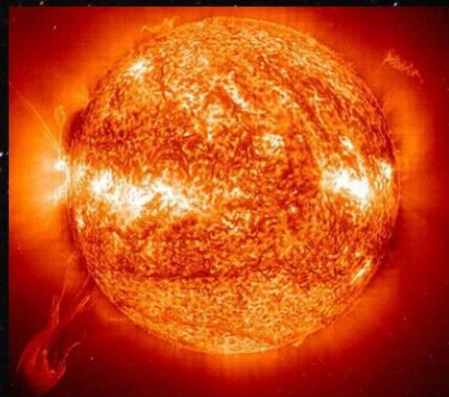
# ΗΛΙΟΣ

- Ο Ήλιος εκπέμπει ενέργεια σε όλες τις μορφές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας: ακτίνες  $\gamma$ , ακτίνες  $x$ , υπεριώδης ακτινοβολία, ορατό φως, υπέρυθρα κύματα, μικροκύματα και ραδιοκύματα.

# ΗΛΙΟΣ

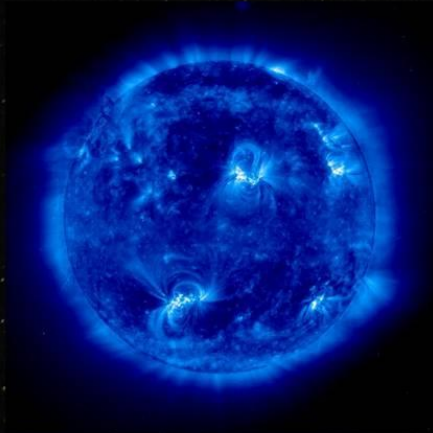


Ο Ήλιος σε ραδιοκύματα



Ο Ήλιος στο υπέρυθρο

# ΗΛΙΟΣ



Ο Ήλιος σε υπεριώδη ακτινοβολία.

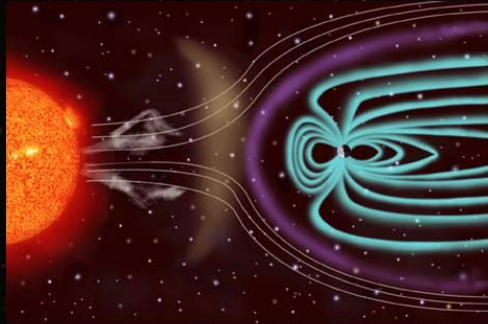


Ο Ήλιος σε ακτίνες x

# ΗΛΙΟΣ

- Από την ανώτερη ατμόσφαιρα του Ήλιου εκτοξεύεται ένα ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων, γνωστό ως ηλιακός άνεμος. Ο ηλιακός άνεμος προκαλεί το πολικό Σέλας.

# ΗΛΙΟΣ



Ο ηλιακός άνεμος αλληλεπιδρά με το μαγνητικό πεδίο της Γης

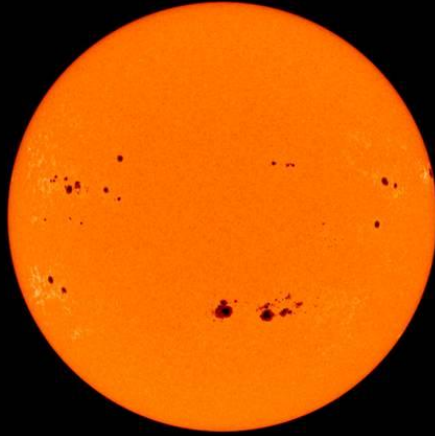


Πολικό Σέλας

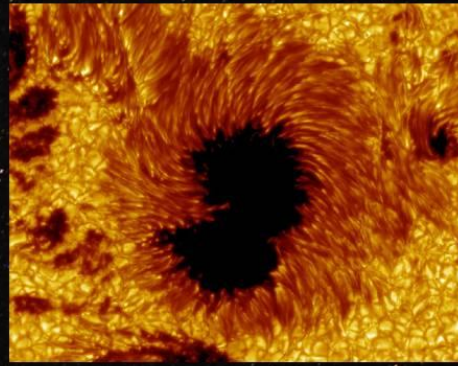
# ΗΛΙΟΣ

- Ο Ήλιος διαθέτει ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο, το οποίο αντιστρέφει την πολικότητά του περίπου κάθε 11 χρόνια.
- Στην επιφάνεια του Ήλιου εμφανίζονται περιοδικά μικρές σκοτεινές κυκλικές περιοχές – οι ηλιακές κηλίδες. Αυτές είναι περιοχές με ισχυρά μαγνητικά πεδία, οι οποίες είναι "δροσερές" (με θερμοκρασία 5.000 °C) σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια, και γι' αυτό φαίνονται πιο σκούρες. Ο αριθμός των ηλιακών κηλίδων αυξάνεται και μειώνεται κάθε 11 περίπου χρόνια, στο πλαίσιο του κύκλου της μαγνητικής δραστηριότητας του Ήλιου.

# ΗΛΙΟΣ



Οι ηλιακές κηλίδες στην επιφάνεια του ήλιου

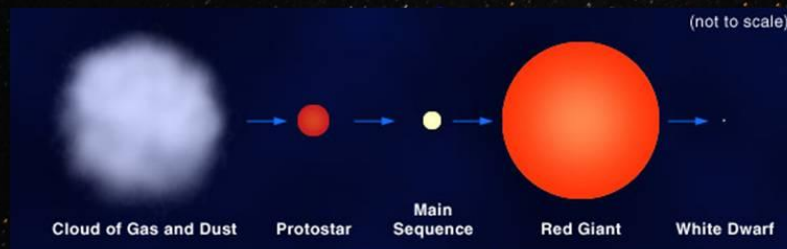
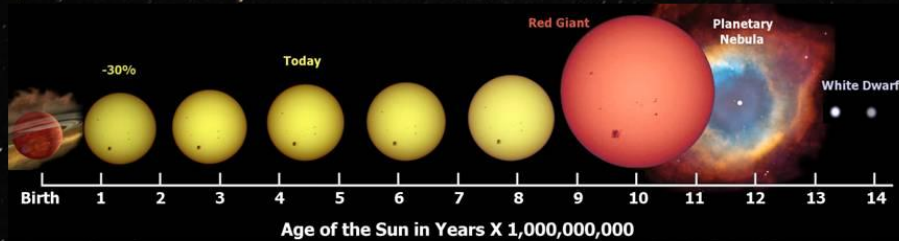


Ηλιακή Κηλίδα

# ΗΛΙΟΣ

- Σε 5 δισεκατομμύρια περίπου χρόνια, θα έχει εξαντληθεί το υδρογόνο στον πυρήνα του Ήλιου. Ο Ήλιος θα κατάρρευσει και θα μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα (στον πυρήνα του οποίου γίνεται πλέον σύντηξη ηλίου). Θα διογκωθεί στο 30πλάσιο και θα απορροφήσει τον Ερμή, την Αφροδίτη ίσως και τη Γη. Όταν εξαντληθεί και το ήλιο, ο Ήλιος θα συρρικνωθεί περίπου στο μέγεθος της Γης και θα μετατραπεί σε λευκό νάνο.

# ΗΛΙΟΣ



# ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Ο Ήλιος είναι το πιο κοντινό αστέρι στη Γη και αποτελείται από τα δύο πιο κοινά στοιχεία στο σύμπαν: το υδρογόνο ( $H_2$ ) και το ήλιο ( $He$ ).
- Το φως από την επιφάνεια του Ήλιου χρειάζεται 8 min για να φτάσει στη Γη.
- Από την ανώτερη ατμόσφαιρα του Ήλιου εκτοξεύεται ένα ρεύμα φορτισμένων σωματιδίων, γνωστό ως ηλιακός άνεμος. Ο ηλιακός άνεμος προκαλεί το πολικό Σέλας.
- Στην επιφάνεια του Ήλιου εμφανίζονται περιοδικά οι ηλιακές κηλίδες. Αυτές είναι περιοχές με ισχυρά μαγνητικά πεδία, οι οποίες έχουν θερμοκρασία μικρότερη σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια, και γι' αυτό φαίνονται πιο σκούρες.