



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών:
Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση**

**«Η αξιοποίηση άτυπων πηγών μάθησης (ντοκιμαντέρ
επιστήμης) στη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού
Συστήματος»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της φοιτήτριας Στέλλας Βρεττοπούλου

A.M: 215403

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Κρυσταλλία Χαλκιά, Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

Αθήνα, Ιούνιος 2018

Γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Ευχαριστίες

Έχοντας ολοκληρώσει την εργασία αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου κυρία Κρυσταλλία Χαλκιά, που με καθοδήγησε και με υποστήριξε ουσιαστικά καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της έρευνας και της συγγραφής της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους Γιώτα Γούλα και Γιάννη Σταράκη, οι οποίοι ως κριτές συνεισέφεραν στην αξιοπιστία της έρευνας, την κυρία Ευαγγελία Μαυρικάκη για τις συμβουλές της σε ζητήματα στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων, καθώς και τους/τις εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/μαθήτριες των σχολείων που συμμετείχαν στην έρευνα. Τέλος, ευχαριστώ την επίκουρη καθηγήτρια Αποστολία Γαλάνη και τον καθηγητή Κωνσταντίνο Σκορδούλη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή κρίσης της παρούσας εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	6
Abstract	7
Εισαγωγή.....	8
Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	9
1. Φυσικές επιστήμες και ΜΜΕ	9
1.1 Η εκλαΐκευση των φυσικών επιστημών: ιστορική αναδρομή	9
1.2 Ποικιλία και ιδιαιτερότητες των ΜΜΕ	10
1.3 Ιδεολογική επίδραση των ΜΜΕ	10
1.4 Τα ΜΜΕ ως πηγή μάθησης	11
2. Τα ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών	12
2.1 Ορισμός και θεματολογία ντοκιμαντέρ	12
2.2 Λόγοι αξιοποίησης ντοκιμαντέρ ως διδακτικά εργαλεία	13
2.3 Μειονεκτήματα ντοκιμαντέρ ως διδακτικά εργαλεία	14
2.4 Διδακτική αξιοποίηση των ντοκιμαντέρ	14
3. Το Ηλιακό μας Σύστημα	16
3.1 Βασικές έννοιες	16
3.2 Ιδέες μαθητών για τη δομή του Ηλιακού μας Συστήματος και τον σχηματισμό των πλανητών	18
3.3 Διδακτικές προσεγγίσεις του Ηλιακού Συστήματος	23
Β΄ ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	24
4. Στόχος – Ερευνητικά ερωτήματα	24
4.1 Στόχος έρευνας.....	24
4.2 Ερευνητικά ερωτήματα	24
5. Μεθοδολογία έρευνας.....	26
5.1 Δείγμα έρευνας	26
5.2 Εργαλείο συλλογής δεδομένων	26
5.3 Συλλογή δεδομένων	27
5.4 Περιγραφή διδακτικής παρέμβασης.....	27
6. Αποτελέσματα έρευνας	29
6.1 Αποτελέσματα γνωστικών ερωτήσεων pre-test & post-test	29

6.2 Αποτελέσματα για τις πηγές πληροφόρησης	41
7. Συμπεράσματα	42
Βιβλιογραφία	45
Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο συνέντευξης	49
Παράρτημα 2: Φύλλο εργασίας διδακτικής παρέμβασης	52
Παράρτημα 3: Ενδεικτικά σχέδια μαθητών/μαθητριών.....	56

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται σε μία διδακτική παρέμβαση που έγινε σε πέντε ομάδες μαθητών/μαθητριών από 3 διαφορετικά σχολεία των περιοχών Αθηνών και Πειραιά, με βασικό στόχο την αξιολόγηση της χρήσης αποσπασμάτων από ντοκιμαντέρ επιστήμης κατά τη διδασκαλία του Ηλιακού Συστήματος. Η συγκεκριμένη παρέμβαση ανέδειξε και κατέγραψε τις ιδέες των μαθητών/τριών για έννοιες που σχετίζονται με το Ηλιακό μας Σύστημα και ειδικότερα για την ηλικία του Ηλιακού Συστήματος, τη σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών, τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών, τη δομή και τη διάταξη του Ηλιακού μας Συστήματος και τα σχετικά μεγέθη Ήλιου-πλανητών. Η έρευνα διεξήχθη σε 19 μαθητές Στ' τάξης Δημοτικού τριών σχολείων του λεκανοπεδίου Αττικής. Η διδακτική παρέμβαση βασίστηκε στην προβολή και επεξεργασία αποσπασμάτων ντοκιμαντέρ. Για την μελέτη των ιδεών των μαθητών, καθώς και για τον έλεγχο του βαθμού επιτυχίας της παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις με τους μαθητές πριν και μετά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι μαθητές έχουν ποικίλες ιδέες για ζητήματα που σχετίζονται με το Ηλιακό Σύστημα και πως το γνωστικό τους επίπεδο βελτιώθηκε μετά την παρέμβαση.

Λέξεις-κλειδιά: ντοκιμαντέρ επιστήμης, Ηλιακό Σύστημα, ιδέες μαθητών/τριών, διδακτική αστρονομίας, εκπαίδευση

Abstract

“The use of informal sources of science learning (science documentaries) in teaching concepts of the Solar System”

This master’s thesis refers to a teaching intervention that took place in five groups of pupils from 3 different schools in the regions of Athens and Piraeus. Its main purpose was to evaluate the use of science documentaries in teaching Solar System. This intervention has highlighted and captured students' ideas about concepts related to our Solar System and especially the age of the solar system, Sun’s and planets’ formation order, process of planets’ formation, structure and layout of our solar system and relative sizes of Sun and planets. 19 sixth grade pupils from three primary schools of Attica participated in this survey. The intervention was based on presenting and editing parts of science documentaries. Individual interviews were held before and after the intervention as a means of investigating students’ ideas and examining how successful the intervention was. The results showed that students have a variety of ideas concerning issues related to the solar system and that their cognitive level has improved after the intervention.

Keywords: science documentaries, Solar System, students' ideas, astronomy teaching, education

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος «Φυσικές επιστήμες στην εκπαίδευση» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ. Θέμα της έρευνας ήταν η μελέτη των ιδεών μαθητών/μαθητριών της Στ΄ Δημοτικού για συγκεκριμένες θεματικές γύρω από το Ηλιακό Σύστημα, καθώς και η αξιολόγηση της αξιοποίησης ντοκιμαντέρ επιστήμης στη διδασκαλία των θεματικών αυτών.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη σχέση μεταξύ των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και των φυσικών επιστημών, στο δεύτερο αναπτύσσονται διάφορες πτυχές σχετικές με την ενσωμάτωση των ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται ιδέες των μαθητών/μαθητριών και προτάσεις διδασκαλίας για έννοιες του Ηλιακού Συστήματος.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας παρουσιάζεται η εμπειρική έρευνα. Συγκεκριμένα, στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται οι στόχοι και τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας, στο πέμπτο αναφέρονται τα στοιχεία μεθοδολογίας της έρευνας και στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ευρήματα από την ανάλυση των δεδομένων. Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο καταγράφονται τα συνολικά συμπεράσματα της έρευνας.

Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1. Φυσικές επιστήμες και ΜΜΕ

1.1 Η εκλαΐκευση των φυσικών επιστημών: ιστορική αναδρομή

Θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες προβάλλονταν ανέκαθεν από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) (Weigold, 2001). Ο όρος ΜΜΕ, ως ένα σύνολο διαθέσιμων μέσων με τα οποία το ευρύ κοινό μπορεί να ενημερωθεί για προηγούμενα και τρέχοντα συμβάντα, καθιερώθηκε τη δεκαετία του 1920 με την ανάπτυξη και διεύρυνση ραδιοφωνικών δικτύων, εφημερίδων και περιοδικών. Ωστόσο, το ενδιαφέρον τους προϋπήρχε (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Ο 19^{ος} αιώνας θεωρείται ο αιώνας εκλαΐκευσης της επιστήμης. Οι κοινωνικές, πολιτιστικές και πολιτικές συνθήκες της περιόδου εκείνης άλλαξαν τις αντιλήψεις του κόσμου για τη θέση της επιστήμης και τον ρόλο της επιστημονικής κοινότητας. Για παράδειγμα, η ανάγκη δημιουργίας ενός μορφωμένου λαού ικανού να συμμετάσχει ενεργά στα κοινά συνέβαλε στην αύξηση των εκδόσεων στον τομέα της εκλαΐκευσης των φυσικών επιστημών (Μαντζουρίδης, 2013). Αποτέλεσμα των ανωτέρω αλλαγών ήταν η δημοσίευση ολοένα και περισσότερων βιβλίων και άρθρων εκλαϊκευμένης επιστήμης, ειδικά στις βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες (Μαντζουρίδης, 2013).

Η κάλυψη ειδήσεων σχετικών με τις φυσικές επιστήμες κορυφώθηκε κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, σε μία περίοδο, κατά την οποία η αξιοποίηση των εξελίξεων στους τομείς της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών ήταν κομβικής σημασίας για τη νίκη (Weigold, 2001). Μερικά χρόνια αργότερα, στη δεκαετία του 1950, η εκτόξευση του Σπούτνικ επέτεινε το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες (Weigold, 2001).

Όσον αφορά στον έντυπο τύπο και την έκδοση βιβλίων, από το 1960 και έπειτα σπουδαίοι επιστήμονες με πλούσιο ερευνητικό έργο κυριαρχούν στον τομέα της εκλαΐκευσης των φυσικών επιστημών. Σημαντικοί επιστήμονες όπως ο Hawking στον τομέα της Φυσικής, ο Gould για τη φυσική ιστορία ή ο Sagan στον τομέα της αστρονομίας εκλαϊκεύουν επιτυχώς την επιστημονική γνώση (Weigold, 2001). Παράλληλα, οι εξελίξεις σε τομείς όπως η Βιολογία, η Αστρονομία και η Πληροφορική διατηρούν αμείωτο το ενδιαφέρον των μέσων για τις φυσικές επιστήμες (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Στη σύγχρονη εποχή επιστημονικά εγγράμματος άνθρωπος νοείται εκείνος ο οποίος είναι σε θέση να διαβάζει, να επεξεργάζεται και να κατανοεί επιστημονικές γνώσεις που παρουσιάζονται σε έγκριτα μέσα ενημέρωσης, προκειμένου να διαμορφώνει άποψη για τις εξελίξεις της επιστήμης και να συμμετέχει ενεργά στον κοινωνικό διάλογο (Χαλκιά, 2013). Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης παραμένουν ο βασικός, αν όχι ο μόνος, φορέας πληροφόρησης και εκπαίδευσης των πολιτών για ζητήματα που αφορούν στις φυσικές επιστήμες και κατά συνέπεια τόσο η επιστήμη

όπως παρουσιάζεται στα ΜΜΕ, όσο και τα μέσα και οι κώδικες που χρησιμοποιούνται κατά την παρουσίαση της, έχουν ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

1.2 Ποικιλία και ιδιαιτερότητες των ΜΜΕ

Τα ΜΜΕ καλύπτουν εξ ορισμού ένα ευρύ φάσμα μέσων, στα οποία οι πληροφορίες για την επιστήμη παρουσιάζονται με πολλές μορφές, αξιοποιώντας ποικίλους κώδικες επικοινωνίας (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Ένα από τα βασικότερα και παλαιότερα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι το ραδιόφωνο, όπου οι όποιες αναφορές σε ζητήματα φυσικών επιστημών πραγματοποιούνται μέσω των ειδήσεων ή/και των ενημερωτικών εκπομπών. Όσον αφορά στην τηλεόραση, έννοιες και νέα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες παρουσιάζονται με πολλές και διαφορετικές μορφές. Εκπαιδευτικά προγράμματα, ντοκιμαντέρ, ειδήσεις, ενημερωτικές εκπομπές, αλλά και σειρές/ταινίες με βασικό πυρήνα τους θέματα επιστήμης είναι κάποιες από τις περιπτώσεις εμφάνισης της επιστήμης στον τηλεοπτικό αέρα (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Βασικά μέσα ενημέρωσης θεωρούνται, ακόμα, οι εγκυκλοπαίδειες και τα βιβλία εκλαϊκευμένης επιστήμης, καθώς και ο έντυπος και ηλεκτρονικός τύπος, ο οποίος ασχολείται συστηματικά με τις φυσικές επιστήμες, είτε μέσω ειδήσεων σε μόνιμες στήλες εφημερίδων και περιοδικών, είτε με τη δημοσίευση εκλαϊκευμένων άρθρων. Επιπλέον, ταινίες σε DVD, αλλά και CD-ROM με ιστορίες και παιχνίδια που αφορούν στις φυσικές επιστήμες συμβάλλουν αρκετά στην εκλαϊκευσή τους και την επαφή τους με το ευρύ κοινό. Στη λίστα των ΜΜΕ πρέπει, τέλος, να συμπεριληφθεί και το διαδίκτυο, το οποίο τα τελευταία χρόνια δίνει πρόσβαση σε ποικίλων μορφών πληροφορίες (άρθρα, βίντεο, προσομοιώσεις, κ.ά) και επιτρέπει την αμεσότερη επαφή του κοινού με επιστημονικούς οργανισμούς (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Εκτός από την ποικιλία των μέσων που εκλαϊκεύουν τις φυσικές επιστήμες, κομβικής σημασίας είναι και τα άτομα και οι οργανισμοί που συμμετέχουν στη διαδικασία αυτή. Στην πορεία του μετασχηματισμού από την επιστημονική στη δημόσια γνώση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο οι ίδιοι οι επιστήμονες και η επιστημονική κοινότητα, οι υπεύθυνοι επικοινωνίας των επιστημονικών οργανισμών, οι δημοσιογράφοι και οι υπεύθυνοι του εκάστοτε μέσου ενημέρωσης, καθώς και το κοινό, που είναι ο τελικός αποδέκτης (Weigold, 2001). Είναι εμφανές, συνεπώς, πως πρόκειται για μια σύνθετη διαδικασία, στην οποία εμπλέκονται διαφορετικοί άνθρωποι, δίνοντας ο καθένας το δικό του στίγμα.

1.3 Ιδεολογική επίδραση των ΜΜΕ

Η άμεση επαφή και επικοινωνία των επιστημόνων με το κοινό, αν και είναι επιθυμητή, είναι συχνά δύσκολο να επιτευχθεί, κυρίως εξαιτίας του Λόγου της

επιστήμης που διαφέρει από τον Λόγο της καθημερινότητας (Weigold, 2001). Τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης καλούνται συχνά να γεφυρώσουν την απόσταση αυτή, μετασχηματίζοντας κατάλληλα τις επιστημονικές γνώσεις σε δημόσια γνώση και επομένως ο ρόλος που έχουν στην αναπαραγωγή και τη μεταφορά των νοημάτων κρίνεται ως ιδιαίτερα σημαντικός (Carvalho, 2007).

Τα θέματα που τελικά παρουσιάζονται είναι αποτέλεσμα μιας σειράς επιλογών, που σχετίζονται με το ενδιαφέρον του κόσμου για μία είδηση, με την απήχηση και τον κοινωνικό αντίκτυπο που θα έχει η είδηση, με το κατά πόσο πρόκειται για κάτι καινοτόμο ή ασυνήθιστο, με τις προτεραιότητες που θέτει το εκάστοτε μέσο, αλλά και με οικονομικές παραμέτρους (Carvalho, 2007 · Weigold, 2001). Σε κάθε περίπτωση, οι επιστήμες, όπως και καθετί άλλο, δεν καθρεφτίζονται απλά στα ΜΜΕ, αλλά ανακατασκευάζονται (Carvalho, 2007), ενώ ο χρόνος και ο χώρος που αφιερώνεται και η βαρύτητα που δίνεται στα σχετικά με την επιστήμη ζητήματα εξαρτώνται από το είδος του ΜΜΕ (Μαντζουρίδης, 2013).

Είναι βασικό, συνεπώς, οι άνθρωποι που έρχονται σε επαφή με την επιστήμη μέσω των ΜΜΕ ως ακροατές, αναγνώστες ή θεατές να έχουν υπόψη τους ότι τα θέματα επιστήμης, αλλά και ο τρόπος που αυτά παρουσιάζονται, μεταφέρουν την ιδεολογία και τις απόψεις των δημιουργών τους για την επιστήμη (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

1.4 Τα ΜΜΕ ως πηγή μάθησης

Τα ΜΜΕ προσφέρουν μια ποικιλία ερεθισμάτων, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στη μαθησιακή διαδικασία γενικά και στη μάθηση των φυσικών επιστημών ειδικότερα (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012). Έρευνες έχουν δείξει πως οι δυνατότητες του κάθε μέσου σε συνδυασμό με μεθόδους που εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες αυτές επηρεάζουν τον τρόπο που οι μαθητές επεξεργάζονται τις πληροφορίες που λαμβάνουν κάθε φορά. Έτσι, ακόμα κι αν περισσότερα μέσα πραγματεύονται το ίδιο ζήτημα, το αποτέλεσμα της μάθησης μπορεί να είναι διαφορετικό, όταν αξιοποιείται διαφορετικό μέσο μαζικής ενημέρωσης (Kozma, 1991).

Κάθε μέσο διαθέτει διαφορετικά συστήματα συμβόλων και δυνατότητες επεξεργασίας των συμβόλων αυτών και μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση αυτά. Τα συστήματα συμβόλων αναφέρονται στα σημεία που χρησιμοποιούνται σε κάθε μέσο (π.χ. εικόνες, λέξεις, ήχοι, κτλ) και οι δυνατότητες επεξεργασίας στον τρόπο που τα σύμβολα μπορούν να συνδυαστούν και να παρουσιαστούν. Ωστόσο, σημασία έχει ποιες δυνατότητες αξιοποιούνται κάθε φορά σε ένα μέσο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που στην τηλεόραση προβάλλεται ένα βίντεο με ένα ανθρώπακι που απλώς μιλάει, ουσιαστικά η τηλεόραση λειτουργεί ως ραδιόφωνο, αν και έχει τη δυνατότητα προβολής κινούμενης εικόνας (Kozma, 1991).

Όσον αφορά στις φυσικές επιστήμες, οι κώδικες επικοινωνίας των ΜΜΕ είναι περισσότερο ελκυστικοί για τους μαθητές σε σχέση με τους κώδικες που χρησιμοποιούνται στη σχολική τάξη (Halkia & Mantzouridis, 2005). Παράλληλα, είναι βασικό ο μαθητής αλληλεπιδρώντας με το μέσο, να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που λαμβάνει και να μπορεί να τις συνδυάζει με προϋπάρχουσες γνώσεις, προκειμένου να οικοδομήσει τη νέα γνώση (Κοζμα, 1991).

Το κατά πόσο ένα μέσο τελικά θα επηρεάσει το γνωστικό αποτέλεσμα εξαρτάται από το αντικείμενο της μάθησης, από την επιλογή του μέσου και τη διδακτική αξιοποίησή του, καθώς και από τον ίδιο τον μαθητή (Κοζμα, 1991). Σε γενικές γραμμές, τα περισσότερα ΜΜΕ παρουσιάζουν θέματα σχετικά με την επιστήμη, κυρίως μέσω αφηγήσεων, προσεγγίζοντας τα από διάφορες οπτικές γωνίες και συνδυάζοντας γνωστικούς και συναισθηματικούς στόχους. Το γεγονός αυτό τα καθιστά δυνατό μαθησιακό εργαλείο (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

2. Τα ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών

2.1 Ορισμός και θεματολογία ντοκιμαντέρ

Ο γαλλικός όρος «documentaire» χρησιμοποιούνταν από τις αρχές της δεκαετίας του 1920 για να περιγράψει ταξιδιωτικές ταινίες (Gifreu Castells, 2010). Το 1926 χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά ο όρος «documentary», ως απόδοση του αντίστοιχου γαλλικού, από τον Βρετανό John Grierson στην κριτική του για την ταινία *Moana* του Robert Flaherty (Gifreu Castells, 2010). Το θέμα του έργου ήταν η κινηματογράφηση της παραδοσιακής ζωής των κατοίκων της Σαμόα. Σύμφωνα με τον Grierson, το ντοκιμαντέρ είναι η δημιουργική διαχείριση της πραγματικότητας (Nichols, 2010), οπότε η παρακολούθηση των καθημερινών δραστηριοτήτων μιας οικογένειας στην Πολυνησία προσέδιδε στην ταινία αυτή την ιδιότητα του ντοκιμαντέρ (Gifreu Castells, 2010).

Έκτοτε διατυπώθηκαν και άλλοι ορισμοί, οι οποίοι ενσωμάτωναν διαφορετικά χαρακτηριστικά του είδους. Βάσει του Βρετανού παραγωγού και σκηνοθέτη Paul Rotha, το ντοκιμαντέρ εξυπηρετεί δύο σκοπούς. Αφενός, αποτελεί μία ταινία ειδικού ενδιαφέροντος για επιστημονικά, πολιτιστικά και κοινωνιολογικά θέματα και αφετέρου χρησιμοποιεί το κινηματογραφικό μέσο για να αποδώσει δημιουργικά και με κοινωνικούς όρους την ζωή των ανθρώπων, όπως είναι στην πραγματικότητα (Rotha, 1970, στο Gifreu Castells, 2010). Σύμφωνα με τον Bill Nichols (2010), το ντοκιμαντέρ μιλάει για καταστάσεις και γεγονότα που περιλαμβάνουν πραγματικούς ανθρώπους, οι οποίοι υποδύονται τον εαυτό τους ως πρωταγωνιστές σε ιστορίες οι οποίες μεταφέρουν μία πρόταση ή μια προοπτική για τις ζωές, τις καταστάσεις και τα γεγονότα που απεικονίζονται. Η ξεχωριστή οπτική γωνία του σκηνοθέτη διαμορφώνει αυτή την ιστορία περισσότερο σε έναν τρόπο θέασης του ιστορικού κόσμου, παρά σε μια φανταστική αλληγορία (Nichols, 2010).

Ένας γενικότερος ορισμός του είδους είναι πως το ντοκιμαντέρ αποτελεί ένα είδος κινηματογραφικής ταινίας, το οποίο παρουσιάζει κοινωνικά, ιστορικά, πολιτικά, επιστημονικά και άλλα θέματα. Βασίζεται σε πραγματικά περιστατικά και αποδεικτικά στοιχεία, ενώ σκοπός του είναι να τεκμηριώσει διάφορες πτυχές της πραγματικότητας, κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς ή για την καταγραφή ιστορικών γεγονότων (Αγγελάκης, 2012).

Όσον αφορά στη θεματολογία τους, τα ντοκιμαντέρ που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες πραγματεύονται θέματα σχετικά με την άγρια φύση, τη βιολογία, την αστρονομία, τις φυσικές καταστροφές, τη φύση της επιστήμης, καθώς και με βιογραφίες επιστημόνων (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

2.2 Λόγοι αξιοποίησης ντοκιμαντέρ ως διδακτικά εργαλεία

Η χρήση οπτικοακουστικών μέσων ως διδακτικά εργαλεία βελτιώνουν την ποιότητα της διδασκαλίας (Arroio, 2007). Ντοκιμαντέρ και δημοφιλείς ταινίες μπορούν να είναι πολύτιμα εργαλεία στη διδασκαλία ιστορίας, γλώσσας, επιστήμης, αλλά και διαφόρων κοινωνικών θεμάτων, όπως τα ανθρώπινα δικαιώματα και οι πολιτικές επιστήμες (Yow, 2014).

Τα ντοκιμαντέρ ελκύουν την προσοχή των παιδιών (Arroio, 2007 · Arroio, 2010) ιδιαίτερα των οπτικών και ακουστικών τύπων μαθητών/μαθητριών (Yow, 2014), ενώ παράλληλα προκαλούν την κινητοποίηση και την ενεργό εμπλοκή τους, ακόμη και με περιεχόμενο που ίσως οι ίδιοι βρίσκουν “τρομακτικό” ή δύσκολο (Arroio, 2010 · Fortner, 1985 · Yow, 2014).

Επιπλέον, με την αξιοποίηση ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία οι εμπειρίες των μαθητών/μαθητριών δεν περιορίζονται μόνο σε ό,τι συμβαίνει μέσα στην τάξη, αλλά εμπλουτίζονται και με «εμπειρίες» που δε θα μπορούσαν να βιώσουν από κοντά λόγω απόστασης, χρόνου ή πιθανού κινδύνου (Arroio, 2007 · Yow, 2014). Ταυτόχρονα υπάρχει η δυνατότητα ενασχόλησης με επίκαιρα ζητήματα, τα οποία σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες και δεν μπορούν να ενσωματωθούν τόσο άμεσα στα σχολικά εγχειρίδια (Fortner, 1985).

Η προβολή ντοκιμαντέρ στη διάρκεια του μαθήματος οδηγεί σε αλλαγή των στάσεων των παιδιών σε τομείς όπως η περιβαλλοντική εκπαίδευση (Barbas et al., 2009). Οι μαθητές/μαθήτριες γίνονται περισσότερο ευαίσθητοι για συγκεκριμένα θέματα του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ προβολή ντοκιμαντέρ για περιβαλλοντικά θέματα στην τηλεόραση έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει το γνωστικό επίπεδο των ενηλίκων που τα παρακολούθησαν (Fortner, 1985).

Με αυτόν τον τρόπο τα ντοκιμαντέρ βοηθούν τους μαθητές/μαθήτριες να μάθουν συγκεκριμένο υλικό, να προσεγγίσουν εκ νέου μαθήματα που θεωρούν πιο βαρετά και δύσκολα, να γνωρίσουν τη δουλειά των επιστημόνων και τη φύση της επιστήμης και να βελτιώσουν την συνολική τους στάση απέναντι στην επιστήμη (Arroio, 2010 · Arroio & Farias, 2011 · Yow, 2014).

2.3 Μειονεκτήματα ντοκιμαντέρ ως διδακτικά εργαλεία

Τα κυριότερα μειονεκτήματα στη χρήση των ντοκιμαντέρ στην εκπαιδευτική διαδικασία οφείλονται στον τρόπο αξιοποίησής τους. Σε κάποιες περιπτώσεις οι δυνατότητες τους ως διδακτικά εργαλεία έχουν υπερεκτιμηθεί. Η απλή παράθεση μιας ταινίας, χωρίς τον απαραίτητο μετασχηματισμό, οδηγεί στη δυσκολία των μαθητών/μαθητριών να την κατανοήσουν και να διαχειριστούν τις νέες πληροφορίες που τους παρέχει (Χαλκιά, 2013). Επιπλέον, η υπερβολική χρήση ντοκιμαντέρ ή ταινιών, καθώς και η πλήρης αντικατάσταση της διδασκαλίας του εκπαιδευτικού με προβολές δεν έχουν θετικά αποτελέσματα ούτε στη βελτίωση του γνωστικού επιπέδου, ούτε στην αλλαγή των στάσεων των μαθητών/μαθητριών (Arroio, 2010). Εκτός αυτών, ο ευκαιριακός εμπλουτισμός του μαθήματος με τέτοιες πηγές και η μη συστηματική χρήση τους (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012) δυσκολεύει περαιτέρω την εξοικείωση των μαθητών/μαθητριών με αυτές, καθώς και την κριτική ανάγνωσή τους από τα παιδιά.

Ορισμένα από τα αδύνατα σημεία των ντοκιμαντέρ σχετίζονται άμεσα με το ίδιο το περιεχόμενό τους. Στα περισσότερα ντοκιμαντέρ άγριας φύσης παρουσιάζεται μια μόνο οπτική, ένα αποκομμένο τμήμα του οικοσυστήματος, αποτυπώνοντας την αισθητική του σκηνοθέτη και των παραγωγών, με απώτερο σκοπό την παραγωγή ενός πλούσιου τηλεοπτικού προϊόντος (Bousé, 2003). Για παράδειγμα, ένα λιοντάρι φαίνεται μονίμως να κυνηγάει τα θηράματά του και να τρέχει, ενώ στην πραγματικότητα κοιμάται 20 ώρες την ημέρα ή τα ελάφια και οι αρκούδες δείχνουν γλυκά και άκακα ζώα. Έτσι, αν και οι θεατές αποκτούν εμπειρίες πολύ διαφορετικές από ότι θα είχαν την ευκαιρία να βιώσουν οι ίδιοι (Bousé, 2003), καταλήγουν να έχουν μια στρεβλωμένη εικόνα της φύσης.

2.4 Διδακτική αξιοποίηση των ντοκιμαντέρ

Η ενσωμάτωση των ντοκιμαντέρ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι μια απαιτητική διαδικασία για τον εκπαιδευτικό, η οποία όμως έχει ποικίλα οφέλη για τους/τις μαθητές/μαθήτριες. Απαραίτητη προϋπόθεση σε αυτήν την πορεία είναι η προσεκτική επιλογή του υλικού από τον εκπαιδευτικό (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012) και η αποφυγή υιοθέτησης της άποψης ότι αρκεί μόνο η προβολή της ταινίας για την επίτευξη των γνωστικών και συναισθηματικών στόχων (Yow, 2014). Ο σχεδιασμός κατάλληλων δραστηριοτήτων διδασκαλίας είναι εξίσου σημαντικός με το ντοκιμαντέρ που παρουσιάζεται (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Το πρώτο βήμα για τον εκπαιδευτικό είναι η συνεχής παρακολούθηση πολλών και διαφορετικών ντοκιμαντέρ, με σκοπό τη δημιουργία μίας τράπεζας υλικού για θέματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012). Σε αυτή τη φάση έχει ιδιαίτερη σημασία η κριτική παρακολούθηση και επιλογή για το ποια φιλμ μπορούν να αξιοποιηθούν στην τάξη (Yow, 2014).

Η επιλογή των καταλληλότερων ταινιών από την τράπεζα υλικού για το εκάστοτε θέμα είναι το δεύτερο στάδιο στην προετοιμασία του δασκάλου (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012). Με κριτήριο την ηλικία κι το γνωστικό επίπεδο των μαθητών/μαθητριών, τους στόχους του μαθήματος, καθώς και την οπτικοακουστική γλώσσα και το ενδιαφέρον των ντοκιμαντέρ, ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει μία ή περισσότερες ταινίες κάθε φορά (Arroio, 2010· Yow, 2014· Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012). Στη συνέχεια, είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των επιλεγμένων ντοκιμαντέρ αρκετές φορές (Arroio, 2010), ώστε να εντοπιστούν τυχόν σημεία που κρύβουν παρανοήσεις ή εναλλακτικές ιδέες, τόσο στις γλωσσικές, όσο και στις οπτικές πληροφορίες.

Επόμενο βήμα είναι η κατανομή σε μικρότερα αποσπάσματα με συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους και προσέχοντας ώστε οι επιμέρους ενότητες να ανταποκρίνονται στη στοχοθεσία (Arroio, 2010· Yow, 2014· Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012). Στη φάση αυτή, εκτός από τα προαναφερθέντα κριτήρια, πρέπει να ληφθεί υπόψη και η χρονική διάρκεια κάθε αποσπάσματος. Σύμφωνα με τον Donald Yow (2014), τα βίντεο θα πρέπει να διαρκούν από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι δεκαπέντε λεπτά, ενώ με βάση τον Robert Kozma (1991) η διάρκειά τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα δέκα λεπτά.

Ο βαθμός οπτικής προσοχής των μαθητών/μαθητριών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ύπαρξη διαφορετικών φωνών στην αφήγηση ενός ντοκιμαντέρ, τα ηχητικά και οπτικά εφέ, καθώς και η ύπαρξη διαφορετικών ειδών μουσικής. Επιπλέον, αυξάνεται από πολύ χαμηλά επίπεδα στη νηπιακή ηλικία στο μέγιστο επίπεδο κατά τη διάρκεια των τελευταίων τάξεων του δημοτικού (Kozma, 1991). Η οπτική προσοχή είναι αναγκαία, αλλά όχι ικανή συνθήκη για την επίτευξη της κατανόησης. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο ρυθμός παρουσίασης νέων πληροφοριών, ο οποίος πρέπει ιδανικά να συμβαδίζει με τον γνωστικό ρυθμό των μαθητών/μαθητριών. Ο τελευταίος επηρεάζεται σημαντικά από τις προηγούμενες γνώσεις των παιδιών σχετικά με το θέμα που πραγματεύεται το ντοκιμαντέρ (Kozma, 1991).

Τελευταίο στάδιο κατά την προετοιμασία της διδασκαλίας αποτελεί ο σχεδιασμός ενός φύλλου εργασίας για κάθε επιμέρους ενότητα με βάση το εποικοδομητικό μοντέλο, όπου αυτό είναι εφικτό (Arroio, 2010· Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Πριν την προβολή κάθε αποσπάσματος, ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να ενημερώσει τους/τις μαθητές/μαθήτριες για το τι πρόκειται να δουν (Yow, 2014). Σε ανάλογη έρευνα, οι Krendl & Watkins (1983, στο Kozma, 1991) έδειξαν ένα εκπαιδευτικό βίντεο δεκαπέντε λεπτών σε μαθητές/μαθήτριες πέμπτης δημοτικού. Οι μισοί από αυτούς είχαν ενημερωθεί πως θα το παρακαλοθουθήσουν για διασκέδαση και οι υπόλοιποι ότι θα το δουν για να απαντήσουν έπειτα σε κάποιες ερωτήσεις. Αν και τελικά όλοι μπορούσαν να ανακαλέσουν τη σειρά των γεγονότων

εξίσου, οι απαντήσεις της δεύτερης ομάδας έδειξαν μεγαλύτερο επίπεδο κατανόησης.

Μετά την παρακολούθηση κάθε ντοκιμαντέρ είναι βασικό να ξεκαθαριστεί στα παιδιά ότι μπορεί να γίνει επανάληψη της προβολής αν χρειάζεται (Yow, 2014). Ο εκπαιδευτικός, στη συνέχεια, προκαλώντας ολιγόλεπτη συζήτηση προσπαθεί να επισημάνει μαζί με τους/τις μαθητές/μαθήτριες τις πραγματικές συνθήκες της κινηματογράφησης, τις θέσεις των κινηματογραφιστών και των σκηνοθετικών παρεμβάσεων. Στόχος σε αυτή τη φάση είναι η εξάσκηση των παιδιών στην κριτική “ανάγνωση” των ταινιών. (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

Ολοκληρώνοντας, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να αποτυπώσουν τη νέα γνώση κατασκευάζοντας έναν νοητικό χάρτη, κάποιο κόμικ ή μια αφίσα, ενώ κάποιο ανάλογο project μπορεί να αποτελέσει και την εργασία για το σπίτι (Χαλκιά, 2013). Στο τέλος του μαθήματος, απαραίτητη είναι η παροχή ενός αντιγράφου ή η κοινοποίηση της ιστοσελίδας από την οποία αντλήθηκε το υλικό, προκειμένου οι μαθητές/μαθήτριες να έχουν τη δυνατότητα επανάληψης της προβολής (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2012).

3. Το Ηλιακό μας Σύστημα

3.1 Βασικές έννοιες

Δομή Ηλιακού Συστήματος

Ο όρος «Ηλιακό Σύστημα» χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύνολο ουράνιων σωμάτων, με κεντρικό σώμα τον Ήλιο, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με βαρυτικές δυνάμεις. Πιο συγκεκριμένα, το Ηλιακό μας Σύστημα αποτελείται από: α) έναν αστέρα, τον Ήλιο, β) οχτώ πλανήτες, οι οποίοι περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτικές τροχιές, γ) νάνους πλανήτες, που έχουν σχεδόν σφαιρικό σχήμα, μικρότερη μάζα από τους πλανήτες και δεν έχουν σαρώσει τον χώρο γύρω από την τροχιά τους από τα κάθε είδους υλικά, δ) αστεροειδείς, δηλαδή χιλιάδες σώματα μικρών διαστάσεων που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο σε τροχιά ανάμεσα στον Άρη και τον Δία, ε) δορυφόρους, δηλαδή ουράνια σώματα που περιφέρονται γύρω από τους πλανήτες, στ) κομήτες, που διαγράφουν ελλειπτικές, υπερβολικές ή παραβολικές τροχιές, αρχικά πλησιάζοντας τον Ήλιο κι έπειτα απομακρυνόμενοι από αυτόν, ζ) μετεωρίτες, δηλαδή μικρών διαστάσεων πετρώδη σώματα, τα οποία κινούνται γύρω από τον Ήλιο και όταν πλησιάζουν στη Γη, έλκονται από αυτήν και πέφτουν στην επιφάνειά της και η) μεσοπλανητική σκόνη, η οποία βρίσκεται διάχυτη στο Ηλιακό Σύστημα.

Μεγέθη και αποστάσεις πλανητών

Οι πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος, με αφετηρία τον πλησιέστερο στον Ήλιο, είναι ο Ερμής, η Αφροδίτη, η Γη, ο Άρης, ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας. Ως προς την απόστασή τους από τον Ήλιο, οι τέσσερις πρώτοι

πλανήτες (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης) ονομάζονται εσωτερικοί και οι τέσσερις επόμενοι (Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας) εξωτερικοί πλανήτες. Οι εσωτερικοί πλανήτες είναι πολύ μικρότερων διαστάσεων από τους εξωτερικούς πλανήτες. Αναλυτικά τα μεγέθη του Ήλιου και των πλανητών, καθώς και οι αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Σώμα	Διάμετρος (σε χιλιόμετρα)	Απόσταση από τον Ήλιο (σε εκατομμύρια χιλιόμετρα)	Απόσταση από τον Ήλιο (σε AU)
Ήλιος	1.392.000	-	-
Ερμής	4.879	57,9	0,4
Αφροδίτη	12.104	108,2	0,7
Γη	12.756	149,6	1
Άρης	6.794	227,9	1,5
Δίας	142.984	778,6	5,2
Κρόνος	120.536	1.433,5	9,5
Ουρανός	51.118	2.872,5	19,2
Ποσειδώνας	49.528	4.495,1	30

Πίνακας 1: Διάμετρος και μέση απόσταση πλανητών από τον Ήλιο

Σχηματισμός Ηλιακού Συστήματος και πλανητών

Στην προσπάθεια απάντησης του ερωτήματος για το πώς σχηματίστηκε το Ηλιακό μας Σύστημα, έχουν διατυπωθεί πολλές διαφορετικές θεωρίες. Ωστόσο, επικρατέστερη σήμερα είναι η θεωρία του νέφους σκόνης και αερίων. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, στην αρχή ένα μεγάλο νέφος αερίων και σκόνης περιστρεφόταν αργά. Σταδιακά και μετά από μια τοπική συμπίκνωση που σχηματίστηκε τυχαία, το νέφος άρχισε να συστέλλεται λόγω βαρύτητας. Καθώς η συστολή συνεχιζόταν, το νέφος έπαιρνε το σχήμα δίσκου και ο ρυθμός περιστροφής του αυξανόταν (Μπάνος, 2003 ΄ Χαλκιά, 2006).

Στο κέντρο του δίσκου, η συμπίκνωση μεγάλων ποσοτήτων ύλης με τεράστιες ταχύτητες προκάλεσε την αύξηση της θερμοκρασίας. Όταν η θερμοκρασία έφτασε σε εξαιρετικά υψηλές τιμές, άρχισαν οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης πυρήνων υδρογόνου σε πυρήνες ηλίου με ταυτόχρονη απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του Ήλιου. Το υπόλοιπο νέφος, λόγω του σχήματος δίσκου, είχε επιφάνεια μεγάλου εμβαδού. Έτσι, ψύχθηκε βαθμιαία και επέτρεψε τη συμπίκνωση της ύλης σε περιστρεφόμενους στροβίλους, από τους οποίους σχηματίστηκαν τελικά οι πλανήτες (Χαλκιά, 2006).

Οι συνθήκες οδήγησαν στη διαφοροποίηση και τον σχηματισμό δύο ομάδων πλανητών: βραχώδεις πλανήτες που σχηματίστηκαν από κόκκους μετάλλων και πετρωμάτων στο εσωτερικό Ηλιακό Σύστημα και αέριοι πλανήτες που σχηματίστηκαν από κόκκους πάγου στο εξωτερικό Ηλιακό Σύστημα (Bennett et al, 2010 ΄ Μπάνος, 2003).

Η διαδικασία μετατροπής των μικρών κόκκων σε βραχώδεις πλανήτες ονομάζεται προσαύξηση. Η προσαύξηση ξεκίνησε με τα μικροσκοπικά, στέρεα σωματίδια που συμπυκνώθηκαν από τα αέρια του νέφους σκόνης και αερίων. Αυτά τα σωματίδια βρίσκονταν σε τροχιά γύρω από το σχηματιζόμενο Ήλιο. Παρόλο που τα σωματίδια ήταν πολύ μικρά για να έλξουν το ένα το άλλο λόγω βαρύτητας, ενώνονταν εξαιτίας ηλεκτροστατικών δυνάμεων. Μικρά σωματίδια ενώνονταν και σχημάτιζαν μεγαλύτερα. Καθώς οι κόκκοι μεγάλωναν, η βαρύτητα άρχισε να επιταχύνει την ανάπτυξη τους οδηγώντας στον σχηματισμό πλανητοειδών. Όσο τα πλανητοειδή μεγάλωναν είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια για να έρθουν σε επαφή με άλλα πλανητοειδή και μεγαλύτερη βαρύτητα για να έλκουν άλλους. Οι συγκρούσεις που ακολούθησαν είχαν σαν αποτέλεσμα τη θραύση των πρωτοπλανητών και όχι την περαιτέρω προσαύξηση τους. Μόνο οι μεγαλύτεροι από τους πρωτοπλανήτες απέφυγαν τη διάλυση και εξελίχθηκαν στους βραχώδεις πλανήτες (Bennett et al, 2010).

Τα πλανητοειδή που σχηματίστηκαν στο εξωτερικό Ηλιακό Σύστημα με τη διαδικασία της προσαύξησης περιείχαν μεγαλύτερη ποσότητα πάγου, εκτός από μέταλλα και πετρώματα. Οι πλανήτες αυτοί σχηματίστηκαν καθώς η βαρύτητα έλκυε αέρια γύρω από τα πλούσια σε πάγο πλανητοειδή. Εξαιτίας των μεγάλων μαζών τους, οι πλανήτες αυτοί είχαν αρκετή βαρύτητα ώστε να έλξουν και να συγκρατήσουν αέριο υδρογόνο και ήλιο που υπήρχε σε μεγάλη ποσότητα στο νέφος σκόνης και αερίων. Έτσι, οι πλανήτες που σχηματίστηκαν είναι αέριοι, πολύ μεγαλύτεροι σε μέγεθος, με πυκνές ατμόσφαιρες (Bennett et al., 2010).

3.2 Ιδέες μαθητών για τη δομή του Ηλιακού μας Συστήματος και τον σχηματισμό των πλανητών

Τα παιδιά στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν φαινόμενα που παρατηρούν, αναπτύσσουν ιδέες για αυτά (Driver et al., 2000) Στη βιβλιογραφία έχει καταγραφεί πληθώρα ερευνών που ανιχνεύουν τις ιδέες μαθητών/μαθητριών για ζητήματα αστρονομίας. Τα θέματα αυτά, αν και έχουν ενδιαφέρον για τα παιδιά, παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία μιας και τα παιδιά δεν έχουν άμεση εμπειρία των ουράνιων σωμάτων και οι όποιες εμπειρίες έχουν ως σημείο αναφοράς τη Γη (Χαλκιά, 2006). Οι περισσότερες έρευνες σχετίζονται με το σχήμα της Γης, το Σύστημα Γη – Ήλιος – Σελήνη και τα μεγέθη των σωμάτων αυτών, την εναλλαγή μέρας – νύχτας, την εναλλαγή των εποχών (Baxter, 1989 `Cin, 2007 ` Jones et al., 1987 ` Schoon, 1992 ` Sharp & Sharp, 2007 ` Trumper, 2001), ενώ λιγότερες αφορούν στο Ηλιακό Σύστημα, τα σώματα που το αποτελούν και τα σχετικά μεγέθη και τις αποστάσεις των ουράνιων σωμάτων (Calderón et al., 2013 `Colombo et al., 2010 ` Sharp, 1995 ` Sharp, 1996 ` Sharp & Kuerbis, 2005).

Όσον αφορά στο Σύστημα Γη – Ήλιος – Σελήνη οι Jones et al. (1987) σε μία έρευνα με δείγμα μαθητές/μαθήτριες τρίτης και έκτης τάξης διαπίστωσαν την ύπαρξη 5 διαφορετικών νοητικών μοντέλων:

α) το γεωκεντρικό «μαγικό» μοντέλο, όπου η Γη είναι ακίνητη στο κέντρο του Ηλιακού Συστήματος, ενώ ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν της και κινούνται άλλοτε απομακρυνόμενοι από αυτήν και άλλοτε πλησιάζοντάς την.

β) το γεωκεντρικό μοντέλο με περιστρεφόμενη Γη, στο οποίο η Γη περιστρέφεται γύρω από το νοητό της άξονα, ενώ ο Ήλιος και η Σελήνη είναι ακίνητα σώματα σε σταθερές θέσεις.

γ) το γεωκεντρικό μοντέλο με περιφερόμενο τον Ήλιο ή/και τη Σελήνη, όπου η Γη μπορεί να είναι ακίνητη ή να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, ενώ ο Ήλιος ή/και η Σελήνη περιφέρονται γύρω από αυτή.

δ) το ηλιοκεντρικό μοντέλο με περιφερόμενη τη Γη και τη Σελήνη, στο οποίο ο Ήλιος παραμένει ακίνητος στο κέντρο, ενώ Γη και Σελήνη περιφέρονται σε κοινή τροχιά γύρω του.

ε) το ηλιοκεντρικό μοντέλο με περιφερόμενη τη Γη γύρω από τον Ήλιο και τη Σελήνη γύρω από τη Γη.

Το 75% των μαθητών/μαθητριών της τρίτης και το 50% των μαθητών/μαθητριών της έκτης δημοτικού επέλεξε κάποια από τα γεωκεντρικά μοντέλα.

Αναφορικά με τα σχετικά μεγέθη και αποστάσεις αυτών των ουράνιων σωμάτων, σε μία έρευνα του Trumper (2001) μόνο το 20% μαθητών/μαθητριών ηλικίας 13-15 ετών εκτίμησε σωστά την απόσταση Γης – Ήλιου, ενώ παράλληλα το 91% υπερεκτίμησε τη διάμετρο της Γης. Στην ίδια έρευνα (Trumper, 2001) το 38% των ερωτηθέντων τοποθέτησε με σειρά εγγύτητας στη Γη πρώτα το φεγγάρι, μετά τα αστέρια και τελευταίο τον Πλούτωνα, το 36% πρώτα το φεγγάρι, μετά τον Πλούτωνα και πιο μακριά τα αστέρια, ενώ το 13% επέλεξε τα αστέρια ως τα κοντινότερα στη Γη.

Σε μεταγενέστερη έρευνα του Cin (2007) το 9,2% των μαθητών/μαθητριών ηλικίας 14 ετών δεν ήξερε τίποτα σχετικά με το μέγεθος της Γης, το 47,7% τη θεωρούσε μεγαλύτερη από τον Ήλιο ή ίση με αυτόν και το 43,1% απάντησε σωστά για τα σχετικά μεγέθη Γης – Ήλιου – Σελήνης. Όσον αφορά στις αποστάσεις, οι περισσότεροι/ες μαθητές/μαθήτριες (56,9%) απάντησαν πως οι αποστάσεις Γης-Ήλιου και Γης-Σελήνης είναι ίσες ή πως ο Ήλιος είναι πιο κοντά στη Γη απ' ότι είναι η Σελήνη, ενώ μόλις το 29,2% απάντησε σωστά με κάποιους μαθητές να αναφέρουν και τις ακριβείς αποστάσεις (Cin, 2007).

Διαφορετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στην έρευνα των Sharp & Sharp (2007) με δείγμα μαθητές/μαθήτριες 9-11 χρονών, οι οποίοι είχαν διδαχθεί αστρονομία σε προηγούμενες τάξεις. Το 25,9% ανέφερε πως η Γη είναι μεγαλύτερη ή ίση σε μέγεθος με τον Ήλιο και το 45,2% απάντησε πως μεγαλύτερο ουράνιο σώμα είναι ο Ήλιος, ακολουθούμενος από τη Γη και τη Σελήνη.

Μία από τις πρώτες έρευνες που αφορούσαν στο σύνολο του Ηλιακού μας Συστήματος διεξήχθη από τον Sharp (1995). Η έρευνα είχε ως δείγμα 20 Άγγλους μαθητές/μαθήτριες ηλικίας 6-7 ετών και τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη μέθοδο των συνεντεύξεων. Στην ερώτηση «Τι άλλο υπάρχει στο διάστημα πέρα από τη Γη;» 11 μαθητές/μαθήτριες απάντησαν πλανήτες, 5 διαστημόπλοια, 4 πέτρες/αστεροειδείς, 4 απάντησαν ότι δεν ξέρουν, 1 ανέφερε το Ηλιακό Σύστημα, ενώ υπήρχαν και απαντήσεις όπως «μαύρο/σκοτάδι», «εξωγήινοι», «ατμόσφαιρα» και «νεκροί άνθρωποι, ο Χριστός είναι εκεί πάνω» (Sharp, 1995).

Σε επόμενη έρευνα του Sharp (1996) μαθητές/μαθήτριες 10-11 χρονών απάντησαν στην ίδια ερώτηση, αναφέροντας πλανήτες, μετεωρίτες, κομήτες, αστεροειδείς, μαύρες τρύπες, γαλαξίες, το Ηλιακό Σύστημα και φεγγάρια. Οι γνώσεις για τις απόλυτες ή σχετικές αποστάσεις των πλανητών ήταν φτωχές, ενώ οι απαντήσεις για την ηλικία του Ηλιακού μας Συστήματος ήταν «χιλιάδων χρόνων» ή «εκατομμυρίων χρόνων», με σπάνιες αναφορές σε δισεκατομμύρια χρόνια. Όσον αφορά στη διάταξη των σωμάτων, τα σχέδια των μαθητών/μαθητριών έδειξαν ότι το 55% είχε οικοδομήσει επιστημονικά ή κοντά στο επιστημονικό μοντέλα και το υπόλοιπο 45% ποίκιλλε μεταξύ συνθετικών και διαισθητικών μοντέλων (Sharp, 1996).

Εν μέρει διαφορετικά αποτελέσματα για τη γνώση των σχετικών αποστάσεων σημειώθηκαν σε μία έρευνα του Sadler (1992) με δείγμα 1.414 μαθητές/μαθήτριες γυμνασίου. Αν και το 32% θεώρησε ότι ο Κρόνος βρίσκεται πιο κοντά από τον Ήλιο στη Γη, ένα σημαντικό ποσοστό, το 42%, απάντησε σωστά τοποθετώντας, με σειρά εγγύτητας στη Γη, πρώτα τη Σελήνη, μετά τον Ήλιο και τελευταίο τον Κρόνο (Sadler, 1992).

Οι Sharp & Kuerbis (2005) πήραν συνεντεύξεις από 31 παιδιά ηλικίας 9-11 ετών, με επίκεντρο τα σώματα που αποτελούν το Ηλιακό μας Σύστημα, τα σχετικά μεγέθη και αποστάσεις των σωμάτων και την ηλικία του Ηλιακού μας Συστήματος. Εκτός από τον Ήλιο και τους πλανήτες, οι μαθητές/μαθήτριες αναφέρονταν σε φεγγάρια, κομήτες, μετεωρίτες και αστεροειδείς, χωρίς όμως να τα συμπεριλαμβάνουν το ίδιο συχνά στα σχέδιά τους. Οι σχετικές αποστάσεις ήταν ελάχιστα γνωστές, τα σχετικά μεγέθη των ουράνιων σωμάτων ήταν γνωστότερα με τον Ήλιο να επισημαίνεται ως το μεγαλύτερο σώμα και όσοι απαντούσαν σχετικά με την ηλικία της Γης ανέφεραν πως είναι «65 εκατομμυρίων ετών», «2.000 ετών», «ενός εκατομμυρίου ετών» ή «δισεκατομμυρίων χρόνων» (Sharp & Kuerbis, 2005). Από την ανάλυση των σχεδίων των παιδιών προέκυψαν 9 διαφορετικά νοητικά μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος:

α) Ηλιοκεντρικό μοντέλο (πλήρες/σωστό), όπου περιλαμβάνονται όλοι οι πλανήτες, γραμμικά ή σε τροχίες, με τη σωστή σειρά.

β) Ηλιοκεντρικό μοντέλο (πλήρες/μη σωστό), στο οποίο το Ηλιακό Σύστημα περιλαμβάνει τον Ήλιο και όλους τους πλανήτες, με κάποιους πλανήτες όμως να είναι τοποθετημένοι σε λανθασμένη σειρά ή να μην αναφέρεται το όνομά τους.

γ) Ηλιοκεντρικό μοντέλο (μη πλήρες/μη σωστό), όπου παρουσιάζονται ο Ήλιος και κάποιοι από τους πλανήτες, με ορισμένους τοποθετημένους σε λανθασμένη σειρά.

δ) Σπειροειδές μοντέλο, στο οποίο απεικονίζονται ο Ήλιος και όλοι οι πλανήτες στη σωστή σειρά. Οι πλανήτες φαίνεται να ακολουθούν μια σπειροειδή διαδρομή γύρω από τον Ήλιο.

ε) Ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά, όπου όλοι οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον Ήλιο σε μια κοινή τροχιά.

στ) Γεωκεντρικό μοντέλο, στο οποίο όλοι οι πλανήτες και ο Ήλιος περιφέρονται γύρω από τη Γη σε διαφορετικές τροχιές.

ζ) Γεωκεντρικό μοντέλο με τον Ήλιο και τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά, όπου όλοι οι πλανήτες και ο Ήλιος κινούνται γύρω από τη Γη στην ίδια τροχιά.

η) Τυχαίο μοντέλο, στο οποίο απεικονίζεται ο Ήλιος και μέχρι εννιά¹ πλανήτες. Οι πλανήτες και ο Ήλιος είναι τοποθετημένοι τυχαία, ενώ μπορεί να περιλαμβάνονται και άλλα άστρα.

θ) Ήλιος – Γη – Σελήνη. Στο μοντέλο αυτό, το Ηλιακό Σύστημα αποτελείται από τον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη, με τα σώματα να παραμένουν ακίνητα ή τη Γη να περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο ή τη Σελήνη.

Οι Colombo et al. (2010) συνέλεξαν δεδομένα μοιράζοντας ένα ερωτηματολόγιο σε 137 μαθητές/μαθήτριες 10-11 ετών μετά από μία επίσκεψή τους σε ένα παρατηρητήριο αστρονομίας στη Βραζιλία. Αν και οι μαθητές/μαθήτριες είχαν μόλις παρακολουθήσει ένα σχετικό πρόγραμμα, μόνο το 18,3% ανέφερε ότι ο Ήλιος είναι το μοναδικό αστέρι του Ηλιακού μας Συστήματος και το 13,1% έβαλε τους πλανήτες στη σωστή σειρά (Colombo et al., 2010). Επιπλέον, το 31% απάντησε ότι η Γη είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης, το 55% ότι δεν αποτελεί ο ίδιος ο μαθητής/τρια μέρος του Ηλιακού Συστήματος και το 41% ότι ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τη Γη (Colombo et al., 2010).

Σε άλλη έρευνα οι Calderón et al. (2013) μελέτησαν τις ιδέες 39 Μεξικανών μαθητών/μαθητριών μέσω ατομικών συνεντεύξεων. Οι μαθητές/μαθήτριες φοιτούσαν στην πρώτη δημοτικού (6-7 ετών), στην τρίτη δημοτικού (8-9 ετών) και στην έκτη δημοτικού (11-12 ετών). Όσον αφορά στη δομή του Ηλιακού Συστήματος, οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες: α) Δεν ξέρω, β) Το Ηλιακό Σύστημα είναι ο Ήλιος και γ) Το Ηλιακό Σύστημα είναι το σύνολο των πλανητών. Η πλειοψηφία (69,2%) των μαθητών/μαθητριών Α' δημοτικού απάντησε «Δεν ξέρω», οι περισσότεροι μαθητές/μαθήτριες της Στ' τάξης απάντησαν «Το Ηλιακό Σύστημα είναι η σειρά των πλανητών», ενώ οι απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών της Γ' δημοτικού ήταν μοιρασμένες και στις τρεις κατηγορίες απαντήσεων (Calderón et al., 2013). Από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας προέκυψαν έξι μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος:

¹ Ο Πλούτωνας θεωρούνταν πλανήτης κατά τη διάρκεια της έρευνας.

α) Μοντέλο 1: Οι μαθητές/μαθήτριες (28,2%) δεν μπορούν να ορίσουν το Ηλιακό Σύστημα. Το μοντέλο περιλαμβάνει μόνο τη Γη, τον Ήλιο και τη Σελήνη. Ο Ήλιος και η Σελήνη τοποθετούνται μακριά από τη Γη και όλα τα σώματα είναι ακίνητα.

β) Μοντέλο 2: : Οι μαθητές/μαθήτριες (7,7%) δεν μπορούν να περιγράψουν τι είναι το Ηλιακό Σύστημα. Το μοντέλο περιλαμβάνει τη Γη, τον Ήλιο και τη Σελήνη. Η απόσταση Γης-Ήλιου και Γης-Σελήνης περιγράφεται άλλοτε ως κοντινή και άλλοτε ως μακρινή. Η Γη παραμένει ακίνητη, αλλά ο Ήλιος και το φεγγάρι κινούνται πάνω κάτω.

γ) Μοντέλο 3: Οι μαθητές/μαθήτριες (23,1%) πιστεύουν ότι το Ηλιακό Σύστημα αποτελείται μόνο από τον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη. Η Γη και η Σελήνη βρίσκονται εκατέρωθεν του Ήλιου. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και ταυτόχρονα κινείται πάνω-κάτω, ενώ ο Ήλιος και η Σελήνη μπορεί να κινούνται πάνω-κάτω.

δ) Μοντέλο 4: Οι μαθητές/μαθήτριες (12,8%) αναπαριστούν το Ηλιακό Σύστημα τοποθετώντας τον Ήλιο, τη Γη, τη Σελήνη και κάποιον πλανήτη. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του ή κινείται πάνω-κάτω, το φεγγάρι περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του και οι πλανήτες κινούνται πάνω-κάτω.

ε) Μοντέλο 5: Οι μαθητές/μαθήτριες (17,9%) συμπεριλαμβάνουν στο Ηλιακό Σύστημα τον Ήλιο, τη Γη, τη Σελήνη, διάφορους πλανήτες και άλλα στοιχεία, όπως αστέρια και αστεροειδείς. Η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, ο Ήλιος και η Σελήνη είναι ακίνητα σώματα ή κινούνται πάνω-κάτω, όπως και οι πλανήτες.

στ) Μοντέλο 6: Οι μαθητές/μαθήτριες (10,2%) συμπεριλαμβάνουν στο Ηλιακό Σύστημα τον Ήλιο, τη Γη, τη Σελήνη, όλους τους πλανήτες και άλλα στοιχεία, όπως αστέρια και αστεροειδείς. Η Γη και οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Το φεγγάρι περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο και κινείται πάνω-κάτω και ο Ήλιος κινείται πάνω-κάτω.

Στον ελληνικό χώρο έρευνα σε μαθητές/μαθήτριες Ε΄ και Στ΄ δημοτικού ανέδειξε 11 διαφορετικά μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος (Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007). Ηλιοκεντρικά μοντέλα σχεδίασε το 38,71% των μαθητών/μαθητριών της Στ΄ και το 43,76% των μαθητών/μαθητριών της Ε΄ τάξης, ενώ γεωκεντρικά μοντέλα το 4,84% των παιδιών Στ΄ και το 8,33% των παιδιών της Ε΄ τάξης. Ωστόσο, μόνο το 4,84% στην Στ΄ και 4,17% στην Ε΄ τάξη έφτιαξε ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο ονομάζοντας όλους τους πλανήτες και τοποθετώντας τους στη σωστή σειρά.

Γενικά οι ιδέες των μαθητών/μαθητριών για τη δομή του Ηλιακού Συστήματος και τη διάταξη των σωμάτων που το αποτελούν ποικίλλουν. Εναλλακτικές ιδέες και ιδέες που πλησιάζουν λιγότερο ή περισσότερο την επιστημονική άποψη εντοπίζονται σε διαφορετικό ποσοστό ανάλογα με την ηλικία των παιδιών. Οι γνώσεις τους για τις σχετικές αποστάσεις των πλανητών και την ηλικία του Ηλιακού Συστήματος είναι λιγοστές κι αφηρημένες. Εκτός αυτών, συχνά συγχέουν διαφορετικές έννοιες, θεωρώντας για παράδειγμα ότι μετεωρίτες, αστεροειδείς και

κομήτες είναι το ίδιο πράγμα ή ότι ο γαλαξίας, το Ηλιακό Σύστημα και το σύμπαν ταυτίζονται (Comins, 2001).

Όσον αφορά τη διαδικασία σχηματισμού του Ηλιακού Συστήματος και των πλανητών, οι μαθητές/μαθήτριες δεν έχουν διαμορφωμένη άποψη για τέτοιου είδους σύνθετα ζητήματα, υιοθετώντας συνήθως την άποψη ότι το Ηλιακό Σύστημα υπήρχε από πάντα ή ότι σχηματίστηκε με την αρχή του Σύμπαντος (Χαλκιά, 2006).

Σύμφωνα με τον Sharp (1995 `1996) οι ιδέες των μαθητών/μαθητριών για το Ηλιακό Σύστημα επηρεάζονται από πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές πληροφόρησης, όπως οι άμεσες παρατηρήσεις των ίδιων των παιδιών, οι προσωπικές τους εμπειρίες, οι συζητήσεις με τους γονείς τους, τα βιβλία/περιοδικά/εφημερίδες, η τηλεόραση και τα μαθήματα στο σχολείο.

3.3 Διδακτικές προσεγγίσεις του Ηλιακού Συστήματος

Στις πρώτες τάξεις του δημοτικού η διδασκαλία της αστρονομίας πρέπει να επικεντρώνεται σε επαναλαμβανόμενα φαινόμενα που οι μαθητές/μαθήτριες παρατηρούν στον ουρανό, όπως για παράδειγμα η ανατολή και η δύση του Ηλίου (Keeley & Sneider, 2012). Στις μεγαλύτερες τάξεις, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να μάθουν για τα σώματα του Ηλιακού Συστήματος, ξεκινώντας από τον Ήλιο και τη Σελήνη. Αφού εξοικειωθούν με το Σύστημα Γη-Ήλιος-Σελήνη, τα παιδιά είναι σε θέση να μάθουν και για τους πλανήτες και να κατασκευάσουν μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος (Keeley & Sneider, 2012).

Έρευνες σχετικά με τη διδασκαλία του Ηλιακού Συστήματος σε παιδιά δημοτικού έχουν δείξει ότι οι μαθητές/μαθήτριες των μεγαλύτερων τάξεων είναι σε θέση να κατανοήσουν αρκετά καλά θέματα όπως η δομή του Ηλιακού Συστήματος, η διάταξη των σωμάτων που το αποτελούν, η ηλικία του Ηλιακού Συστήματος κ.ά., ακόμη κι αν δεν υπόκεινται στο πεδίο των άμεσων παρατηρήσεών τους (Sharp, 1996 `Sharp & Kuerbis, 2005). Ωστόσο, τα επιστημονικά μοντέλα δεν μπορούν απλά να παρουσιαστούν με πιο απλή μορφή στους μαθητές/μαθήτριες. Τα παιδιά πρέπει να ενδιαφερθούν, να εξάψουμε την περιέργειά τους και να κινητοποιηθούν για να εμπλακούν ενεργά στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης (Sharp, 1995).

Ο διάλογος μεταξύ των μαθητών/μαθητριών, με σκοπό την έκφραση των ιδεών τους και τη συζήτηση για το κατά πόσο αυτές είναι λειτουργικές, είναι το πρώτο βήμα μιας διδασκαλίας που στοχεύει στην αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/μαθητριών (Schoon, 1992). Οι έρευνες προτείνουν μία σειρά εκπαιδευτικών μεθόδων και τεχνικών που, αν αξιοποιηθούν κατάλληλα, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές/μαθήτριες στην αναδόμηση των ιδεών τους, όπως η κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων του Ηλιακού Συστήματος σε εξωτερικό χώρο (Cin, 2007 `Keeley & Sneider, 2012), οι προσομοιώσεις υπολογιστή (Cin, 2007 `Trumper, 2001), οι αναλογίες (Cin, 2007 `Sharp, 1995), η παρακολούθηση ταινιών και η αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο (Trumper, 2001).

Γενικότερα, θεωρείται σημαντικό να τονίζεται ότι η Γη και ό,τι βρίσκεται πάνω της είναι τμήμα του Ηλιακού Συστήματος. Εκτός αυτού, έμφαση πρέπει να δίνεται στην παρατήρηση φαινομένων (όπου αυτό είναι δυνατόν) και στο πώς γνωρίζουμε όλες αυτές τις πληροφορίες και όχι στην απλή απομνημόνευση πληροφοριών (Keeley & Sneider, 2012). Παράλληλα, είναι βασικό οι εκπαιδευτικοί να λαμβάνουν υπόψη ότι τα μοντέλα και οι αναπαραστάσεις που δημιουργούν οι μαθητές/μαθήτριες απαιτούν μια σύνθετη διαδικασία αφαίρεσης, η οποία προϋποθέτει την κατανόηση σχέσεων μεγεθών, αποστάσεων και κινήσεων (Calderón et al., 2013).

Στην ελληνική Πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι έννοιες που σχετίζονται με το Ηλιακό Σύστημα εντοπίζονται στην Στ' δημοτικού. Στο πλαίσιο του μαθήματος «Γεωγραφία – Γεωλογία» διδάσκεται η ενότητα «Η Γη στο Διάστημα», η οποία περιλαμβάνει τις υποενότητες «Η Γη ως ουράνιο σώμα», «Το σχήμα της Γης και οι κινήσεις της», «Οι πόλοι, ο Ισημερινός και τα ημισφαίρια», «Παράλληλοι και μεσημβρινοί», «Ο άξονας και η περιστροφή της Γης – Ημέρα και Νύχτα», «Η περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο. Το έτος. Οι εποχές» και «Το Ηλιακό μας Σύστημα». Σε κάθε μία υποενότητα προτείνεται να αφιερωθεί μία διδακτική ώρα. Πιο συγκεκριμένα, οι διδακτικοί στόχοι της ενότητας «Το Ηλιακό μας Σύστημα» είναι οι εξής (Κουτσόπουλος, Σωτηράκου, & Τατσόγλου):

- Οι μαθητές να κατανοούν την έννοια του Ηλιακού μας Συστήματος.
- Οι μαθητές να γνωρίζουν τους πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος.
- Οι μαθητές να εντοπίζουν τη θέση της Γης στο Ηλιακό μας Σύστημα.

Οι παραπάνω ασαφείς και γενικόλογοι στόχοι θα μπορούσαμε να σχολιάσουμε - μεταξύ άλλων- ότι αποτελούν ένδειξη του περιορισμένου ενδιαφέροντος για την ενότητα αυτή στο Δημοτικό Σχολείο.

Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. Στόχος – Ερευνητικά ερωτήματα

4.1 Στόχος έρευνας

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι (α) η καταγραφή των γνώσεων και των ιδεών των μαθητών/μαθητριών για έννοιες που σχετίζονται με το Ηλιακό μας Σύστημα και (β) η αξιολόγηση ντοκιμαντέρ επιστήμης κατά τη διδασκαλία του Ηλιακού Συστήματος.

4.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση τη βιβλιογραφία και τις υπάρχουσες έρευνες διατυπώθηκαν τα παρακάτω κύρια ερευνητικά ερωτήματα:

- (1) Ποιες είναι οι ιδέες μαθητών/μαθητριών Στ' Δημοτικού για τα ουράνια σώματα που αποτελούν το Ηλιακό μας Σύστημα, τα σχετικά μεγέθη τους και τη διάταξή τους, καθώς επίσης και για τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών;;
- (2) Ποια η εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών/μαθητριών Στ' Δημοτικού σε σχέση με τα θέματα του πρώτου ερωτήματος μετά την αξιοποίηση σχετικών ντοκιμαντέρ ως εκπαιδευτικό υλικό; Και
- (3) Ποιες είναι οι πηγές πληροφόρησης των μαθητών/μαθητριών σχετικά με αυτά τα θέματα;

Το πρώτο ερώτημα σχετίζεται με τον πρώτο στόχο της έρευνας και μπορεί να αναλυθεί στα εξής επιμέρους ερωτήματα:

- 1α)** Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/μαθητριών της Στ' Δημοτικού για τον αριθμό των πλανητών που είναι μέλη του Ηλιακού Συστήματος και την σειρά απόστασής τους από τον Ήλιο;
- 1β)** Γνωρίζουν οι μαθητές/μαθήτριες ότι άλλα σώματα (αστεροειδείς, νάνοι πλανήτες, δορυφόροι) συμπεριλαμβάνονται στο Ηλιακό μας Σύστημα;
- 1γ)** Τι γνωρίζουν οι μαθητές/μαθήτριες για τα σχετικά μεγέθη Ήλιου και πλανητών;
- 1δ)** Ποια είναι η εκτίμηση των μαθητών/μαθητριών για την ηλικία του Ηλιακού μας Συστήματος με σημείο αναφοράς την εμφάνιση του ανθρώπου;
- 1ε)** Πώς πιστεύουν οι μαθητές/μαθήτριες ότι σχηματίστηκαν οι πλανήτες;
- 1στ)** Τι πιστεύουν οι μαθητές/μαθήτριες για τη σειρά σχηματισμού του Ήλιου και των πλανητών;

Το δεύτερο ερώτημα σχετίζεται με τον δεύτερο στόχο της έρευνας και μπορεί να αναλυθεί στα εξής επιμέρους ερωτήματα:

Μετά από την παρακολούθηση σχετικών ντοκιμαντέρ οι μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού:

- 2α)** Μπορούν να σχεδιάσουν το Ηλιακό μας Σύστημα (Ήλιο και 8 πλανήτες) αποτυπώνοντας τη σειρά απόστασης των πλανητών από τον Ήλιο;
- 2β)** Συμπεριλαμβάνουν τους αστεροειδείς, τους νάνους πλανήτες και τους δορυφόρους των πλανητών στο Ηλιακό μας Σύστημα;
- 2γ)** Σχεδιάζουν το Ηλιακό μας Σύστημα αποτυπώνοντας τα σχετικά μεγέθη Ήλιου και πλανητών;
- 2δ)** Μπορούν να ορίσουν την ηλικία του Ηλιακού μας Συστήματος με σημείο αναφοράς την εμφάνιση του ανθρώπου;
- 2ε)** Μπορούν να περιγράψουν τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών;
- 2στ)** Αναφέρουν ότι ο Ήλιος σχηματίστηκε πριν από τους πλανήτες;

5. Μεθοδολογία έρευνας

5.1 Δείγμα έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 19 μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού από 3 δημόσια Δημοτικά σχολεία του λεκανοπεδίου Αττικής (5^ο Δημοτικό σχολείο Γαλασίου, 5^ο Δημοτικό σχολείο Περάματος & Πρότυπο Πειραματικό Δημοτικό σχολείο Μαρασλείου). Τα σχολεία επιλέχθηκαν με βάση την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της περιοχής στην οποία ανήκουν και την επιθυμία τους να συμμετάσχουν στην έρευνα. Από τον/την εκπαιδευτικό καθενός από τα πέντε τμήματα ζητήθηκε να επιλέξει τέσσερις μαθητές/μαθήτριες και να σχηματίσουν μία ομάδα μεικτών επιδόσεων. Από το ένα τμήμα του Πρότυπου Πειραματικού Δημοτικού σχολείου Μαρασλείου μία μαθήτρια απουσίαζε την ημέρα της παρέμβασης, γι' αυτό και εξαιρέθηκε από το δείγμα. Αυτό το δείγμα είναι βολικό, καθώς η πρόσβαση σε αυτά τα σχολεία ήταν εύκολη.

5.2 Εργαλείο συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο των ημιδομημένων συνεντεύξεων. Οι συνεντεύξεις ήταν ατομικές και οι μαθητές/μαθήτριες απάντησαν μία ημέρα πριν την διδακτική παρέμβαση στην ομάδα τους (pre test) και τουλάχιστον 10 ημέρες μετά την διδακτική παρέμβαση (post test). Στη διάρκεια της συνέντευξης επιχειρήθηκε η καταγραφή των ιδεών των μαθητών/μαθητριών μέσω ενός ερωτηματολογίου (Παράρτημα 1), στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες κλήθηκαν να σχεδιάσουν το Ηλιακό μας Σύστημα και να απαντήσουν σε δύο ερωτήματα κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής) και ένα ερώτημα ανοιχτού τύπου, αιτιολογώντας κάθε φορά τις απαντήσεις τους. Με αφετηρία το σχέδιο των μαθητών/μαθητριών, γίνονταν συμπληρωματικές ερωτήσεις για τη δομή του Ηλιακού μας Συστήματος, τα σχετικά μεγέθη και τις σχετικές αποστάσεις των ουράνιων σωμάτων. Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αφορούσαν στην ηλικία του Ηλιακού Συστήματος και στη σειρά σχηματισμού του Ήλιου και των πλανητών, ενώ η ερώτηση ανοιχτού τύπου αφορούσε στη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών. Σε όλες τις ερωτήσεις οι μαθητές/μαθήτριες καλούνταν να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Τέλος, στην αρχική συνέντευξη μόνο, υπήρχε μια ερώτηση σχετικά με τις πηγές πληροφόρησης των μαθητών/μαθητριών. Οι συνεντεύξεις διαρκούσαν 30 λεπτά κατά μέσο όρο και ηχογραφούνταν, κατόπιν της έγγραφης συναίνεσης των γονιών των μαθητών/μαθητριών που συμμετείχαν.

5.3 Συλλογή δεδομένων

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου του 2017. Οι μαθητές/μαθήτριες κάθε ομάδας (τετράδας) απαντούσαν ξεχωριστά ο καθένας στην συνέντευξη. Μετά την ολοκλήρωση της συνέντευξης οι μαθητές/μαθήτριες επέστρεφαν στην τάξη τους. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίστηκε και η μη μεταφορά πληροφοριών από το ένα παιδί στο άλλο. Την επόμενη μέρα πραγματοποιούνταν η διδακτική παρέμβαση στην εκάστοτε ομάδα και 10-15 μέρες αργότερα οι μαθητές/μαθήτριες απαντούσαν εκ νέου ατομικά στην συνέντευξη. Οι συνεντεύξεις και οι παρεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν σε χώρους που μας παρείχε το κάθε σχολείο, με τους οποίους τα παιδιά ήταν εξοικειωμένα, ώστε να αποφευχθούν συναισθήματα άγχους και ανασφάλειας.

5.4 Περιγραφή διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια δύο διδακτικές ώρες και βασίστηκε στην προβολή αποσπασμάτων από ντοκιμαντέρ αστρονομίας. Πιο συγκεκριμένα, προβλήθηκαν αποσπάσματα από το ντοκιμαντέρ «Our Universe» (παραγωγή 2013 σε επιμέλεια του Kalle Max Hofmann), από το βίντεο «To Scale: The Solar System» των Wylie Overstreet και Alex Gorosh, καθώς και από τα επεισόδια «Solar system» και «Extreme planets» της σειράς του Discovery channel «How the universe works» (παραγωγή 2010). Τα συγκεκριμένα ντοκιμαντέρ επιλέχθηκαν, καθώς περιείχαν την απαραίτητη επιστημονική γνώση προκειμένου να επιτευχθούν οι διδακτικοί στόχοι που είχαν τεθεί, και τον απαραίτητο μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε δημόσια γνώση, προκειμένου να γίνουν κατανοητά από μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού.

Κατά τη διδασκαλία, όλες οι δραστηριότητες ήταν ομαδικές και ο ερευνητής ζητούσε από τους μαθητές/μαθήτριες κάθε τετράδας να συνεργαστούν και να συζητήσουν μεταξύ τους. Οι μαθητές/μαθήτριες έπρεπε να συζητήσουν και στη συνέχεια να καταγράψουν την προσωπική τους άποψη για το εκάστοτε ερώτημα, πριν και μετά την παρακολούθηση του αντίστοιχου αποσπάσματος ντοκιμαντέρ. Το φύλλο εργασίας της διδακτικής παρέμβασης παρουσιάζεται στο παράρτημα 2. Ο ερευνητής καθ' όλη τη διάρκεια είχε ρόλο συντονιστικό και βοηθητικό, κάνοντας συμπληρωματικές, διευκρινιστικές ερωτήσεις στους/στις μαθητές/μαθήτριες ή/και εξηγώντας άγνωστες λέξεις μετά την προβολή του αποσπάσματος. Επιπλέον, είχε ξεκαθαρίσει στους/στις μαθητές/μαθήτριες ότι μπορούσαν να δουν ξανά κάποιο απόσπασμα, αν δεν ήταν σίγουροι για κάτι που παρακολούθησαν.

Στην πρώτη δραστηριότητα στόχος ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να σχεδιάσουν το Ηλιακό μας Σύστημα, ορίζοντας τον Ήλιο, τους 8 πλανήτες, τους δορυφόρους τους, τους νάνους-πλανήτες και τους αστεροειδείς ως τα ουράνια σώματα που το αποτελούν και αποτυπώνοντας τη διάταξή τους και τα σχετικά μεγέθη τους. Μετά την αρχική συζήτηση και τη σχεδίαση του Ηλιακού Συστήματος ακολούθησε η

προβολή δύο διαφορετικών αποσπασμάτων ντοκιμαντέρ. Στο πρώτο απόσπασμα, διάρκειας 1 λεπτού και 30 δευτερολέπτων, είχε δοθεί ο τίτλος «Από τι αποτελείται το Ηλιακό μας Σύστημα;». Το βίντεο παρουσίαζε τη δομή του Ηλιακού μας Συστήματος, δείχνοντας έναν-έναν με τη σειρά τους οκτώ κύριους πλανήτες, αναφέροντας ένα βασικό χαρακτηριστικό για κάθε έναν, καθώς και την ύπαρξη δορυφόρων γύρω από τη Γη και τον Δία. Στη συνέχεια, παρουσιαζόταν το πεδίο αστεροειδών μετά τον Ποσειδώνα και οι νάνοι-πλανήτες, με παραδείγματα τον Πλούτωνα και την Ίριδα. Το βίντεο ολοκληρωνόταν δείχνοντας τις τροχιές των πλανητών γύρω από τον Ήλιο και αναφέροντας «Όλα αυτά τα ουράνια σώματα περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο. Είναι το κέντρο του Ηλιακού μας Συστήματος.».

Το δεύτερο απόσπασμα με τίτλο «Σχετικά μεγέθη και σχετικές αποστάσεις των πλανητών» είχε διάρκεια σχεδόν πέντε λεπτά και παρουσίαζε την προσπάθεια δύο φίλων να φτιάξουν ένα τρισδιάστατο μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος στην έρημο Black Rock στη Νεβάδα. Το βίντεο ξεκινούσε με διάφορες εικόνες του Ηλιακού Συστήματος και ο πρωταγωνιστής εξηγούσε πως σε καμία εικόνα δεν υπάρχει σωστή κλίμακα στα μεγέθη και τις αποστάσεις των πλανητών και πως ο μόνος τρόπος για να δεις ένα σωστό μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος είναι να κατασκευάσεις ένα. Στη συνέχεια, οι πρωταγωνιστές μεταφέρονταν στην έρημο και κατασκεύαζαν ένα τρισδιάστατο μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος με την ίδια αναλογία μεγεθών και αποστάσεων. Για πλανήτες χρησιμοποιούσαν μπάλες διαφορετικού μεγέθους, ενώ αναγράφονταν και οι αποστάσεις από τον Ήλιο μέχρι την τροχιά του κάθε πλανήτη. Μετά το τέλος και του δεύτερου βίντεο ο ερευνητής ρώτησε τους/τις μαθητές/μαθήτριες αν θα σχεδίαζαν κάτι διαφορετικό στο Ηλιακό Σύστημα και τους κάλεσε να το σχεδιάσουν εκ νέου.

Στη δεύτερη δραστηριότητα στόχος ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να πληροφορηθούν ότι το Ηλιακό μας Σύστημα έχει ηλικία 4,6 δισεκατομμυρίων ετών, να παρατηρήσουν ότι οι πλανήτες σχηματίστηκαν μετά από τον Ήλιο, καθώς και να κατανοήσουν ότι αν και όλοι οι πλανήτες σχηματίστηκαν από τα ίδια συστατικά, ως προς τη μορφή τους χωρίζονται σε βραχώδεις και αέριους πλανήτες. Το σχετικό βίντεο είχε τίτλο «Όλοι οι πλανήτες έχουν την ίδια σύσταση;» και διάρκεια περίπου 3 λεπτά. Το βίντεο ξεκινούσε με τον διαχωρισμό βραχωδών και αέριων πλανητών. Στη συνέχεια, γινόταν αναφορά στη γέννηση του Ηλιακού μας Συστήματος 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, όπου η “ανάφλεξη” του Ήλιου άφησε πίσω της ένα νέφος σκόνης και αερίων από το οποίο σχηματίστηκαν όλοι οι πλανήτες. Ιδιαίτερη έμφαση μέχρι το τέλος του αποσπάσματος δόθηκε στο γεγονός ότι όλοι οι πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος έχουν φτιαχτεί από το ίδιο νέφος σκόνης και αερίων, αλλά κάτω από διαφορετικές συνθήκες, ανάλογα με την απόστασή τους από τον Ήλιο.

Στόχος της τρίτης δραστηριότητας ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να περιγράψουν τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών. Λόγω του μεγέθους του αντίστοιχου αποσπάσματος, επιλέχθηκε ο χωρισμός του σε δύο μικρότερα βίντεο, εκ των

οποίων το ένα αφορούσε στον σχηματισμό βραχωδών πλανητών και το άλλο στον σχηματισμό αέριων πλανητών. Το απόσπασμα με τίτλο «Πώς δημιουργήθηκαν οι βραχώδεις πλανήτες;» είχε διάρκεια περίπου 4,5 λεπτά και παρουσίαζε αναλυτικά τη διαδικασία της προσαύξησης, αναφέροντας την ύπαρξη 100 πρωτοπλανητών και τις μετέπειτα συγκρούσεις μεταξύ τους, που οδήγησαν τελικά στους 4 βραχώδεις πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος. Το δεύτερο βίντεο διαρκούσε σχεδόν 3,5 λεπτά και είχε τίτλο «Πώς δημιουργήθηκαν οι αέριοι πλανήτες;». Αρχικά, παρουσιάζονταν τα χαρακτηριστικά των πλανητών αυτών (γιγάντιοι, με σύνθεση που αποτελείται κυρίως από αέρια, χωρίς στέρεες επιφάνειες, με πυκνές παχύρρευστες ατμόσφαιρες) και αναφερόταν ως ειδοποιός διαφορά του σχηματισμού τους, η πολύ μεγάλη απόστασή τους από τον Ήλιο. Στο απόσπασμα περιγραφόταν, επίσης, η διαδικασία σχηματισμού των πυρήνων τους από χιόνι και η έλξη, λόγω βαρύτητας, όλων των περιβαλλόντων αερίων, τα οποία δημιούργησαν τις πυκνές ατμόσφαιρές τους. Το βίντεο ολοκληρωνόταν με ένα ακόμη χαρακτηριστικό των αέριων πλανητών, την ύπαρξη Συστήματος δακτυλίων.

Η τέταρτη και τελευταία δραστηριότητα είχε στόχο να κατανοήσουν οι μαθητές/μαθήτριες πως όλες αυτές τις πληροφορίες τις γνωρίζουμε, επειδή μελετήθηκαν τα σώματα του Ηλιακού μας Συστήματος, καθώς και άλλων ηλιακών συστημάτων. Το σχετικό βίντεο με τίτλο «Πώς τα ξέρουμε όλα αυτά;» είχε διάρκεια σχεδόν 1,5 λεπτό και ανέφερε τις πηγές αυτών των γνώσεων.

6. Αποτελέσματα έρευνας

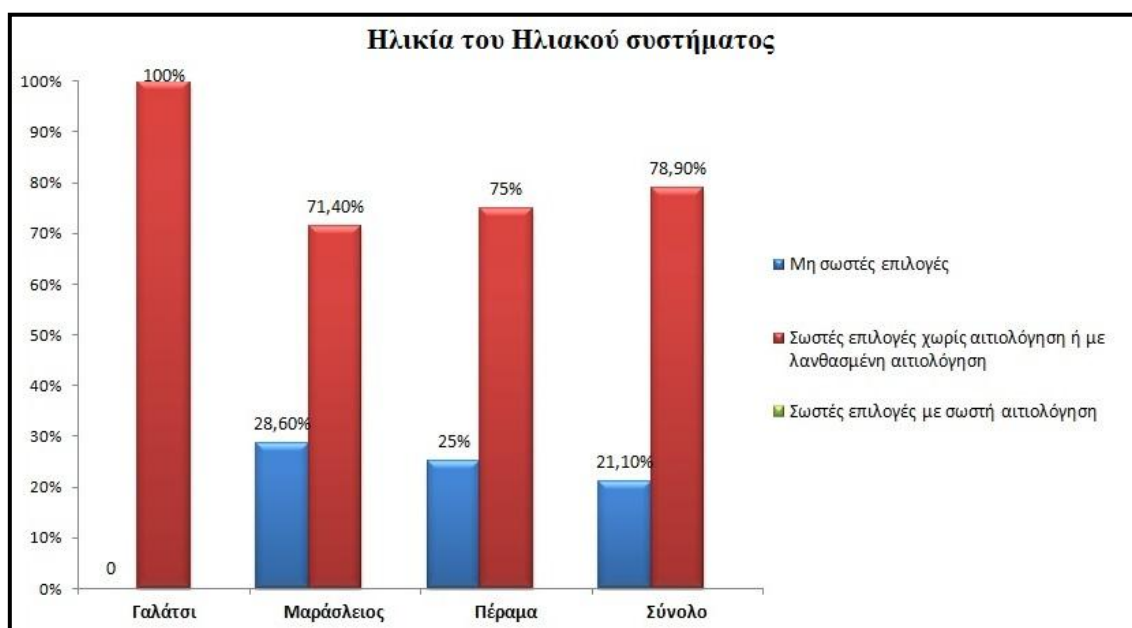
6.1 Αποτελέσματα γνωστικών ερωτήσεων pre-test & post-test

Η παρουσίαση που θα ακολουθήσει αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση όλων των απαντήσεων καθώς και των σχεδίων των μαθητών/μαθητριών κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν από δύο ανεξάρτητους κριτές, οι οποίοι συμφωνούσαν σε ποσοστό 91,2%. Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος SPSS. Ειδικότερα, για κάθε θεματική θα παρουσιάζονται πρώτα τα αποτελέσματα του pre-test κι έπειτα τα αποτελέσματα του post-test.

Ηλικία Ηλιακού Συστήματος

Οι απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών στην ερώτηση που αφορούσε το εάν το Ηλιακό μας Σύστημα υπήρχε από πάντα, αν σχηματίστηκε πάρα πολλά χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου ή λίγο πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία εντάχθηκαν οι μη σωστές επιλογές, στην δεύτερη οι σωστές επιλογές χωρίς ή με λανθασμένη αιτιολόγηση και στην τρίτη κατηγορία οι σωστές επιλογές με σωστή αιτιολόγηση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση σωστή αιτιολόγηση θεωρήθηκε η ύπαρξη ξεκάθαρης

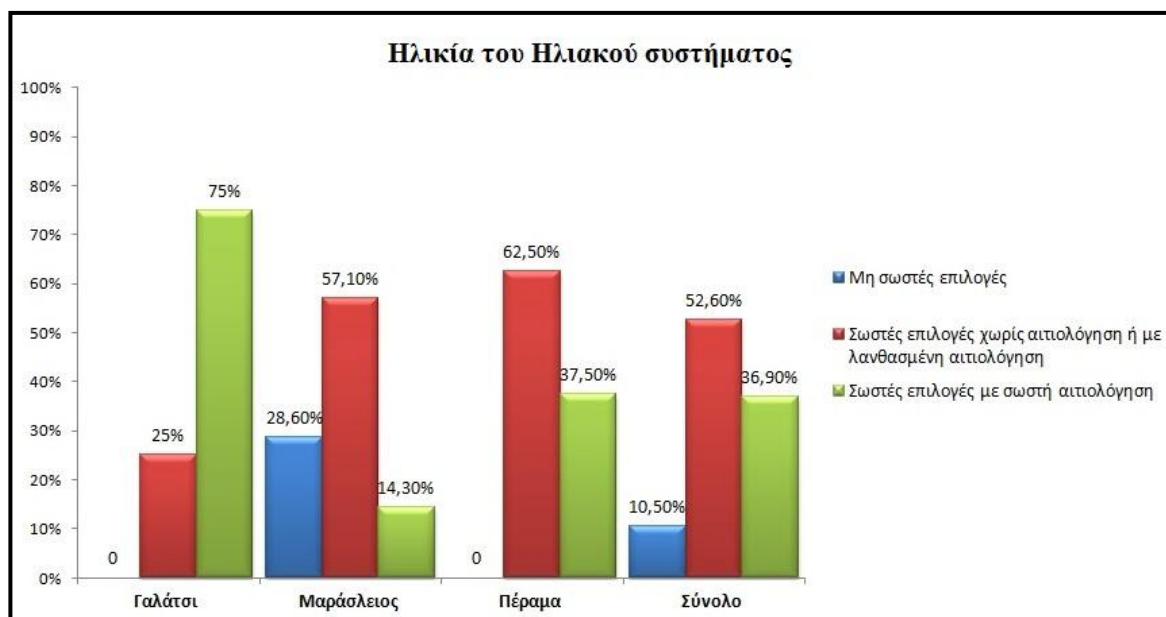
χρονικής ακολουθίας στην σειρά των γεγονότων στις απαντήσεις των παιδιών, που στοιχειοθετούσε τον σχηματισμό του Ηλιακού Συστήματος πάρα πολλά χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου.



Γράφημα 1α: Ηλικία του Ηλιακού Συστήματος pre-test

Στη συνέντευξη πριν την διδακτική παρέμβαση το 78,9%, δηλαδή 15 από τους/τις 19 μαθητές/μαθήτριες απάντησαν σωστά χωρίς να αιτιολογήσουν ή αιτιολογώντας λανθασμένα την επιλογή τους. Το υπόλοιπο 21,1% επέλεξε κάποια από τις μη σωστές επιλογές, ενώ κανείς/καμία δεν επέλεξε το σωστό, αιτιολογώντας το κατάλληλα. Πιο συγκεκριμένα, από τους/τις υπόλοιπους/υπόλοιπες 4 μαθητές/μαθήτριες, ένας/μία κύκλωσε την επιλογή «υπήρχε από πάντα» και οι άλλοι/άλλες τρεις απάντησαν πως το Ηλιακό Σύστημα σχηματίστηκε λίγο πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου.

Η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών δεν αιτιολόγησε ουσιαστικά τις απαντήσεις τους, αναφέροντας πως η επιλογή τους είναι η πιο λογική ή επαναλαμβάνοντας την εκφώνηση του ερωτήματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τελευταίας περίπτωσης αποτελεί η απάντηση «Πιστεύω, έχω ακούσει και έχω διαβάσει ότι το Ηλιακό Σύστημα υπήρχε πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου.». Από αυτό φαίνεται ότι η επιλογή της σωστής απάντησης κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δεν ήταν αποτέλεσμα βαθύτερης γνώσης και κατανόησης, αλλά έκφραση μιας δηλωτικής γνώσης ή απλά μια τυχαία επιλογή.



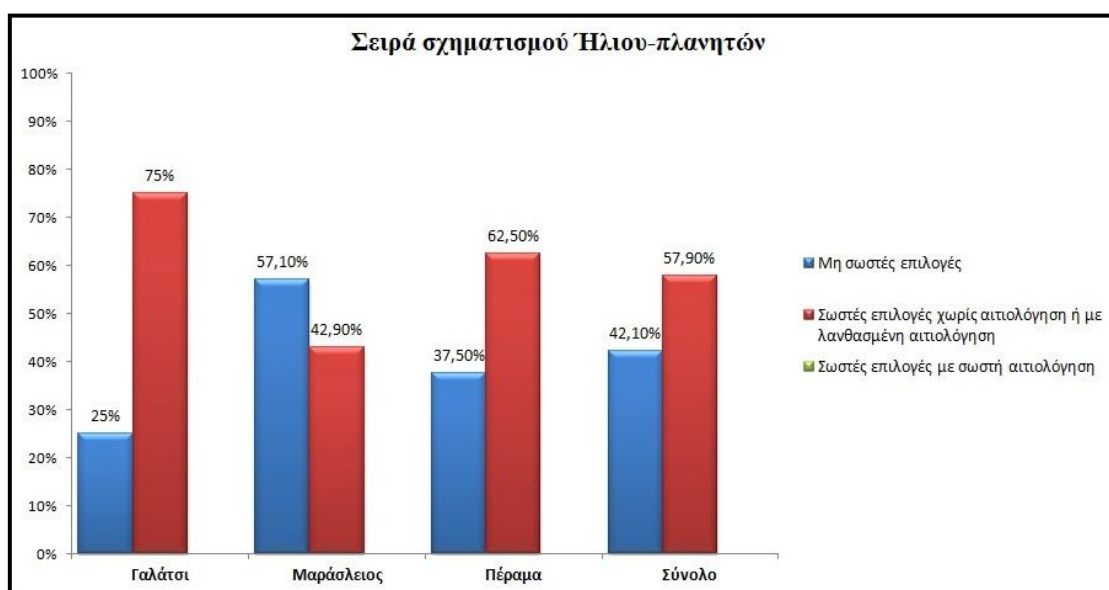
Γράφημα 1β: Ηλικία του Ηλιακού Συστήματος post-test

Στις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν μετά τη διδακτική παρέμβαση μη σωστές απαντήσεις, και συγκεκριμένα την απάντηση «το Ηλιακό Σύστημα σχηματίστηκε λίγο πριν την εμφάνιση του ανθρώπου» έδωσαν δύο μαθητές/μαθήτριες, δηλαδή το 10,5%. Το 52,6% των μαθητών/μαθητριών, οι 10 από τους/τις 19, απάντησε σωστά, χωρίς όμως να αιτιολογήσει ή αιτιολογώντας λανθασμένα, ενώ το 36,9%, δηλαδή 7 στα 19 παιδιά επέλεξαν το σωστό αναφέροντας και την κατάλληλη αιτιολόγηση για να υποστηρίξουν την επιλογή τους.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,003 στο Wilcoxon test). Ειδικότερα, οι μη σωστές επιλογές μειώθηκαν κατά το ήμισυ σε σύγκριση με τις αρχικές συνεντεύξεις. Αν και το ποσοστό των μαθητών/μαθητριών που δεν αιτιολόγησαν ουσιαστικά την επιλογή τους παρέμεινε υψηλό, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην επιλογή της σωστής απάντησης με κατάλληλη αιτιολόγηση. Ενδεικτικά ορθά παραδείγματα είναι οι απαντήσεις «Η Γη είναι περίπου 4,6 δισεκατομμυρίων ετών. Ο άνθρωπος δεν είχε εμφανιστεί ούτε ένα δις χρόνια πριν από σήμερα.», «Πρώτα σχηματίστηκε ο Ήλιος, μετά οι πλανήτες, μετά από πολλά χρόνια υπήρξε ζωή στη Γη και κάποια ζώα εξελίχθηκαν σε ανθρώπους.» και «Στην αρχή υπήρχαν μόρια σκόνης, που έγιναν με τον καιρό πλανήτες και πολλά χρόνια μετά εμφανίστηκε ο άνθρωπος.», οι οποίες δόθηκαν από τρεις διαφορετικούς μαθητές, έναν στο Μαράσλειο και δύο στο Πέραμα.

Σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών

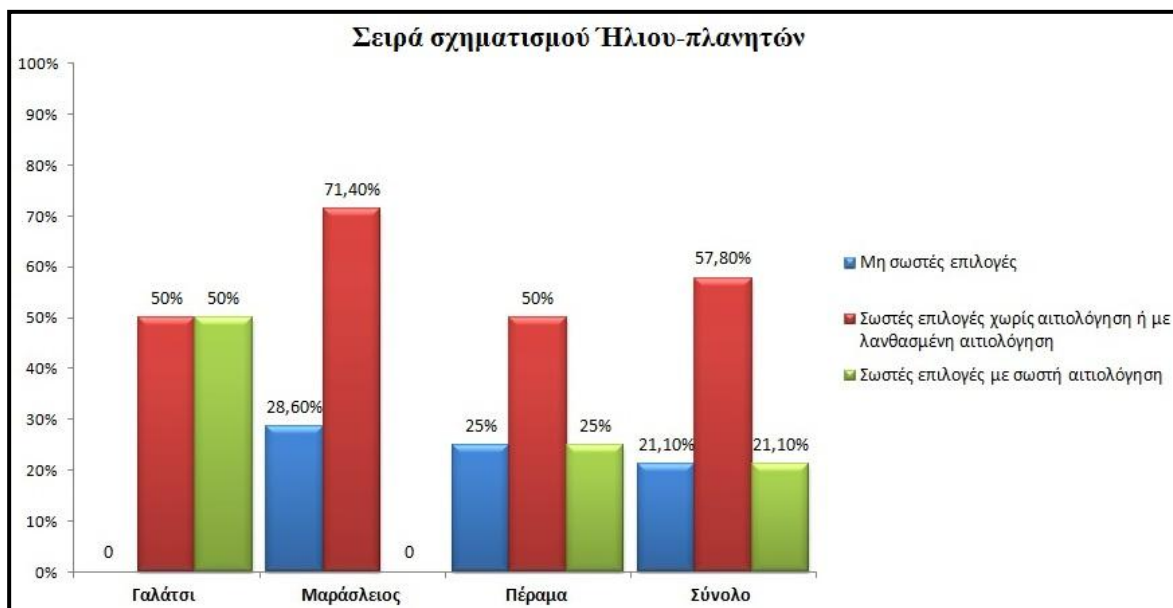
Οι απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών στην ερώτηση που αφορούσε το εάν οι πλανήτες σχηματίστηκαν πριν από τον Ήλιο, ταυτόχρονα με τον Ήλιο ή μετά από αυτόν ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες, ανάλογες με αυτές της προηγούμενης θεματικής. Στην πρώτη κατηγορία εντάχθηκαν οι μη σωστές επιλογές, στην δεύτερη οι σωστές επιλογές χωρίς ή με λανθασμένη αιτιολόγηση και στην τρίτη κατηγορία οι σωστές επιλογές με σωστή αιτιολόγηση. Σε αυτή την ερώτηση σωστή αιτιολόγηση θεωρήθηκε η αναφορά στο νέφος σκόνης και αερίων, το οποίο άφησε πίσω της η “ανάφλεξη” του Ήλιου και από το οποίο σχηματίστηκαν όλοι οι πλανήτες.



Γράφημα 2α: Σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών pre-test

Στις αρχικές συνεντεύξεις κανένα παιδί δεν απάντησε ότι οι πλανήτες σχηματίστηκαν μετά από τον Ήλιο, αιτιολογώντας το και σωστά. Από το σύνολο των 19 μαθητών/μαθητριών οι 11, δηλαδή το 57,9% έδωσαν τη σωστή απάντηση, χωρίς ωστόσο να δώσουν τα κατάλληλα επιχειρήματα για να την υποστηρίξουν. Το υπόλοιπο 42,1%, νούμερο που αντιστοιχεί σε 8 μαθητές/μαθήτριες, απάντησε λανθασμένα. Αναλυτικότερα, από αυτούς/αυτές 2 κύκλωσαν την επιλογή «Οι πλανήτες σχηματίστηκαν πριν από τον ήλιο» και οι άλλοι/άλλες 6 διάλεξαν την απάντηση «Οι πλανήτες σχηματίστηκαν ταυτόχρονα με τον Ήλιο».

Γενικά οι ιδέες των μαθητών/μαθητριών στη συγκεκριμένη θεματική δεν παρουσίαζαν κοινά στοιχεία, ώστε να ομαδοποιηθούν. Ένα ποσοστό των απαντήσεων στηρίχτηκε στο επιχειρήμα ότι ο Ήλιος και οι πλανήτες αποτελούν ένα ενιαίο Σύστημα και συνεπώς σχηματίστηκαν ταυτόχρονα. Μία άλλη μερίδα παιδιών θεώρησε τον Ήλιο πηγή ζωής. Για κάποιους από αυτούς το επιχειρήμα αυτό αποδείκνυε ότι ο Ήλιος σχηματίστηκε πριν από τους πλανήτες, ενώ για άλλους ότι οι πλανήτες προϋπήρχαν και ο σχηματισμός του Ήλιου οδήγησε στην ύπαρξη ζωής που δεν υπήρχε εξ αρχής. Τέλος, υπήρχαν και αρκετές απαντήσεις χωρίς καμία αιτιολόγηση.



Γράφημα 2β: Σειρά σχηματισμού Ήλιου-πλανητών post-test

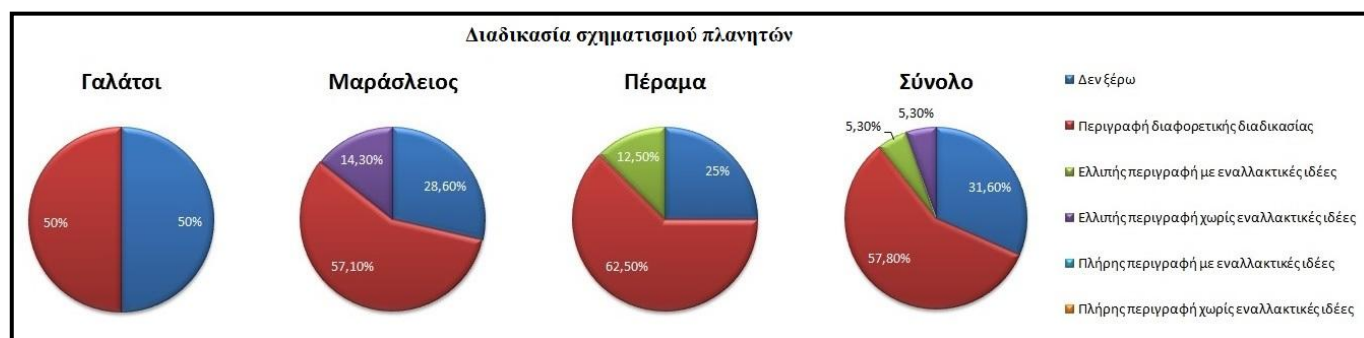
Μετά τη διδακτική παρέμβαση 21,1% των παιδιών, δηλαδή 4 μαθητές/μαθήτριες απάντησαν και αιτιολόγησαν ορθά την ερώτηση για τη σειρά σχηματισμού του Ήλιου και των πλανητών. Έντεκα μαθητές/μαθήτριες από τους/τις 19 κύκλωσαν τη σωστή απάντηση χωρίς κάποια αιτιολόγηση ή με λανθασμένη αιτιολόγηση, ενώ 4 παιδιά απάντησαν λανθασμένα λέγοντας ότι «Οι πλανήτες σχηματίστηκαν ταυτόχρονα με τον Ήλιο».

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,023 στο Wilcoxon test). Αξίζει να αναφερθεί πως από τους 11 μαθητές/μαθήτριες, οι οποίοι/οποίες δεν αιτιολόγησαν ή αιτιολόγησαν λανθασμένα την επιλογή τους, οι 4 εξέφρασαν την ιδέα ότι οι πλανήτες σχηματίστηκαν μετά τον Ήλιο, επειδή δημιουργήθηκαν από την “ανάφλεξη” του Ήλιου. Θεώρησαν, δηλαδή, αιτιακή τη σχέση μεταξύ της “ανάφλεξης” του Ήλιου και του σχηματισμού των πλανητών. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε παρερμηνεία ή/και σε λανθασμένη επεξεργασία των πληροφοριών του ντοκιμαντέρ.

Διαδικασία σχηματισμού πλανητών

Οι απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών στην ερώτηση σχετικά με τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών χωρίστηκαν σε έξι κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία εντάχθηκαν οι απαντήσεις της μορφής «Δεν ξέρω» και στη δεύτερη όσες περιείχαν την περιγραφή μιας διαδικασίας τελείως διαφορετικής από την επιστημονικά αποδεκτή. Στις επόμενες δύο κατηγορίες συμπεριλήφθηκαν απαντήσεις με ελλιπή περιγραφή της διαδικασίας σχηματισμού. Πιο συγκεκριμένα, η τρίτη κατηγορία περιείχε ελλιπείς περιγραφές με εναλλακτικές ιδέες, ενώ η τέταρτη ελλιπείς περιγραφές χωρίς εναλλακτικές ιδέες. Οι τελευταίες δύο κατηγορίες περιλάμβαναν απαντήσεις πλήρους περιγραφής με εναλλακτικές ιδέες και πλήρους περιγραφής χωρίς εναλλακτικές ιδέες αντίστοιχα.

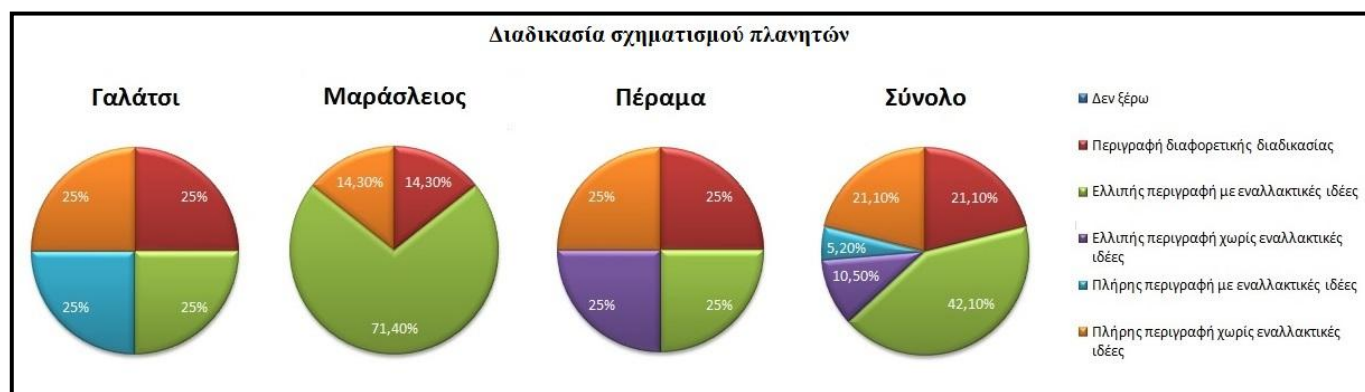
Ως πλήρης περιγραφή αξιολογήθηκε η ταυτόχρονη αναφορά στο νέφος σκόνης και αερίων από το οποίο σχηματίστηκαν οι πλανήτες και στη διαδικασία προσαύξησης. Κατ' αναλογία ελλιπής περιγραφή θεωρήθηκε η αναφορά σε μία από τις δύο παραμέτρους. Αξίζει να σημειωθεί ότι αν οι μαθητές/μαθήτριες είχαν αναφέρει τον ρόλο του νέφους σκόνης και αερίων στην προηγούμενη ερώτηση και όχι σε αυτήν, θεωρώντας το επανάληψη, οι απαντήσεις τους εντάσσονταν στις πλήρεις περιγραφές.



Γράφημα 3α: Διαδικασία σχηματισμού πλανητών pre-test

Το 31,6%, δηλαδή 6 από τους/τις 19 μαθητές/μαθήτριες, απάντησε πως δεν ξέρει τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών στις αρχικές συνεντεύξεις. Περιγραφή διαφορετικής διαδικασίας σημειώθηκε από 11 μαθητές/μαθήτριες, ενώ μόνο δύο έδωσαν μια ελλιπή περιγραφή της επιστημονικά αποδεκτής διαδικασίας, ο/η ένας/μία χωρίς εναλλακτικές ιδέες και ο/η άλλος/άλλη με εναλλακτικές ιδέες. Κανένας/καμία μαθητής/μαθήτρια δεν ήταν σε θέση να περιγράψει πλήρως τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη εναλλακτικών ιδεών στην απάντησή του/της.

Τα παιδιά περιέγραψαν διάφορες διαδικασίες σχηματισμού των πλανητών που θεωρούσαν πιθανές. Οι απαντήσεις τους δεν ήταν εφικτό να ομαδοποιηθούν. Ενδεικτικά παραδείγματα απαντήσεων αποτελούν οι παρακάτω: «Οι πλανήτες σχηματίστηκαν με διάφορα κομμάτια που ήρθαν από το χάος και ενώθηκαν. Ο Ήλιος έχει κάποιες κάτι σαν δυνάμεις που μπορεί να κρατήσει τα κομμάτια σταθερά. Σύμφωνα με τη μυθολογία ήταν τα παιδιά του Κρόνου.» και «Οι πλανήτες σχηματίστηκαν από μερικά κομμάτια αστεριών, που παγίδευσαν θερμότητα μέσα τους, ώστε να κατασκευαστεί ο πυρήνας ενός πλανήτη μαζί με τα στρώματα εδάφους μέχρι το φλοιό.». Η απάντηση «Σκόνη, αέρας και πετρώματα έρχονται σε επαφή και δημιουργούν τεράστιες σφαίρες, τους πλανήτες.» εντάχθηκε στις ελλιπείς περιγραφές με εναλλακτικές ιδέες, τόσο λόγω της απουσίας αναφοράς στη διαδικασία της προσαύξησης, όσο και της χρήσης της λέξης «αέρας» ως έννοια-ομπρέλα για τα διάφορα αέρια.



Γράφημα 3β: Διαδικασία σχηματισμού πλανητών post-test

Στις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν μετά την διδακτική παρέμβαση όλα τα παιδιά έδωσαν μια περιγραφή, μηδενίζοντας με αυτόν τον τρόπο το ποσοστό της απάντησης «Δεν ξέρω». Το 42,1% των μαθητών/μαθητριών, δηλαδή 8 από τους/τις 19, περιέγραψε ελλιπώς τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών εκφράζοντας εναλλακτικές ιδέες στον λόγο του, ενώ το 10,5% την περιέγραψε ελλιπώς χωρίς όμως εναλλακτικές ιδέες. Ένας/μία μαθητής/μαθήτρια έδωσε πλήρη περιγραφή με εναλλακτικές ιδέες και 4 μαθητές/μαθήτριες, αριθμός που αντιστοιχεί στο 21,1%, εξηγώντας πλήρως και χωρίς εναλλακτικές ιδέες τη διαδικασία. Τέλος, οι υπόλοιποι 4 μαθητές/μαθήτριες περιέγραψαν μια διαφορετική διαδικασία σχηματισμού. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,001 στο Wilcoxon test).

Όσον αφορά στις εναλλακτικές ιδέες που εκφράστηκαν από τα παιδιά, τα 4 από τα 9, απέδωσαν και πάλι αιτιακή σχέση μεταξύ της “ανάφλεξης” του Ήλιου και του σχηματισμού των πλανητών. Δύο μαθητές/μαθήτριες ανέφεραν τη συμμετοχή άλλων ουρανίων σωμάτων (αστεροειδών, κομητών, μετεωριτών) στο σχηματισμό των πλανητών, ένας/μία χρησιμοποίησε τη λέξη «αέρας» εννοώντας τα διάφορα αέρια και ένας/μία είπε πως οι πλανήτες σχηματίστηκαν από χώμα και νερό. Ο ένατος μαθητής που περιέγραψε πλήρως την διαδικασία εξέφρασε μία εναλλακτική ιδέα σε σχέση όμως με την βαρύτητα, θεματική που δεν σχετίστηκε με την προβολή των ντοκιμαντέρ. Συγκεκριμένα απάντησε «Κάποιοι πλανήτες σχηματίστηκαν κοντά στον ήλιο, που ήταν πιο ζεστά. Υπήρχαν κάποια αέρια και κάποιοι κόκκοι, άρχισαν να ενώνονται και σχημάτισαν σιγά σιγά μεγάλους πλανήτες. Λέγονται βραχώδεις. Κάποιοι σχηματίστηκαν πιο μακριά από τον ήλιο, που ήταν πιο κρύα, από στερεό χιόνι κι επειδή άρχισαν να τραβούν πολλή βαρύτητα, άρχισαν να τραβάνε και πολλά αέρια για αυτό και λέγονται αέριοι.». Αξίζει να σημειωθεί ότι η απάντηση αυτή δόθηκε από μαθητή που πριν τη διδασκαλία, στην ίδια ερώτηση, είχε απαντήσει «Δεν ξέρω».

Οι μαθητές/μαθήτριες απάντησαν πιο αναλυτικά συγκριτικά με την πρώτη φορά. Παραδείγματος χάριν, απαντήσεις όπως «Οι βραχώδεις ξεκίνησαν από μόρια σκόνης, τα οποία ενώνονταν σιγά σιγά και κάποια στιγμή έγιναν βράχοι, ογκόλιθοι

και μετά είχαν αρκετά μεγάλο σχήμα, ώστε να μπορούν να γίνουν σφαίρες και να μπορούν να προσελκύσουν υπόλοιπα, άλλα μόρια και να μεγαλώσουν κι άλλο. Οι αέριοι σχηματίστηκαν από αέρια και πάγο, επειδή βρίσκονταν μακριά από τον ήλιο και δεν ζεσταίνονταν αρκετά. Κι έτσι δεν ήταν από βράχο και ήταν από αέρια, δηλαδή δεν ήταν από πέτρα.» και «Έπειτα από την ανάφλεξη στον ήλιο, μικρά μόρια σκόνης άρχισαν να ενώνονται και σχημάτισαν πέτρες, βράχους, ογκόλιθους και έπειτα πλανήτες. Δημιουργήθηκαν τότε 100 πρωτοπλανήτες, αλλά από τις συγκρούσεις μεταξύ τους έμειναν μόνο 4 βραχώδεις πλανήτες. Μετά, κάποια μόρια στερεού χιονιού άρχισαν να ενώνονται, δημιούργησαν πυρήνες και γύρω τους συσσωρεύτηκαν στρώματα αερίων.», οι οποίες εντάχθηκαν στην τέταρτη και την έκτη κατηγορία αντίστοιχα, ήταν από παιδιά που αρχικά είχαν απαντήσει ότι δεν ήξεραν πώς σχηματίστηκαν οι πλανήτες.

Δομή Ηλιακού Συστήματος

Η ανάλυση των σχεδίων και των απαντήσεων των μαθητών/μαθητριών σχετικά με τη δομή του Ηλιακού μας Συστήματος κατέληξε στη δημιουργία πέντε κατηγοριών απαντήσεων. Σχέδια² στα οποία είχαν συμπεριληφθεί στοιχεία που δεν αποτελούν τμήμα του Ηλιακού μας Συστήματος, όπως αστέρια ή μαύρες τρύπες, εντάχθηκαν στην πρώτη κατηγορία. Στην δεύτερη κατατάχθηκαν τα σχέδια που απεικόνιζαν τον Ήλιο και λιγότερους από 8 πλανήτες (με ή χωρίς τη Σελήνη), στην τρίτη όσα είχαν τον Ήλιο και τους 8 πλανήτες (με ή χωρίς τη Σελήνη) και στην τέταρτη τα σχέδια που περιλάμβαναν τον Ήλιο, τους 8 πλανήτες και δορυφόρους ή νάνους πλανήτες ή αστεροειδείς. Η πέμπτη και τελευταία κατηγορία περιείχε σχέδια, στα οποία υπήρχε ο Ήλιος, οι 8 πλανήτες και δύο από τα τρία άλλα στοιχεία (δορυφόρους ή νάνους πλανήτες ή αστεροειδείς).



Γράφημα 4α: Δομή Ηλιακού Συστήματος pre-test

Στις αρχικές συνεντεύξεις τρία παιδιά, το 15,8% των μαθητών/μαθητριών, συμπεριέλαβαν αστέρια στα σχέδιά τους. Ένα από αυτά έφτιαξε και μια μαύρη τρύπα ως “συστατικό στοιχείο” του Ηλιακού μας Συστήματος. Το 52,6%, δηλαδή 10 από τους/τις 19 μαθητές/μαθήτριες, σχεδίασαν τον Ήλιο και λιγότερους από τους 8

² Ενδεικτικά σχέδια μαθητών/μαθητριών παρατίθενται στο Παράρτημα 3.

πλανήτες. Πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν υπήρξε κανένα σχέδιο στην πέμπτη κατηγορία και μόνο δύο σχέδια (10,5% του συνόλου) στην τέταρτη κατηγορία. Τέσσερις μαθητές/μαθήτριες, αριθμός που αντιστοιχεί στο 21,1%, έβαλαν στο Ηλιακό Σύστημα μόνο τον Ήλιο και τους 8 πλανήτες.

Από αυτά φαίνεται ότι οι περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες, αν και δεν συμπεριέλαβαν στο Ηλιακό Σύστημα στοιχεία που δεν ανήκουν σε αυτό, δεν απεικόνισαν πλήρως ούτε τη βασική δομή του όπως την είχαν διδαχθεί νωρίτερα στο σχολείο τους. Έτσι, τα σχέδια που παρουσίαζαν μόνο τον Ήλιο και λιγότερους από οχτώ πλανήτες, υπερίσχυαν των υπολοίπων.



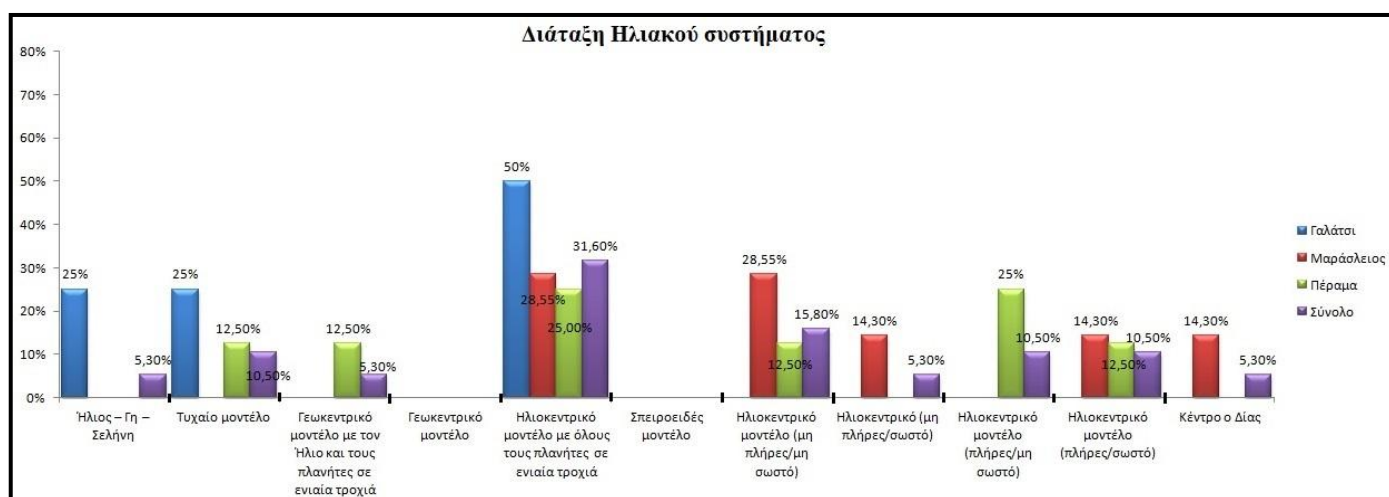
Γράφημα 4β: Δομή Ηλιακού Συστήματος post-test

Μετά τη διδασκαλία 4 μαθητές/μαθήτριες, το 21,05% των παιδιών, σχεδίασαν ως στοιχεία του Ηλιακού μας Συστήματος τον Ήλιο, τους 8 πλανήτες και δύο από τα τρία άλλα στοιχεία (δορυφόρους ή νάνους πλανήτες ή αστεροειδείς). Ίδιο ποσοστό μαθητών/μαθητριών συμπεριέλαβε μόνο ένα στοιχείο από τους δορυφόρους ή τους νάνους πλανήτες ή τους αστεροειδείς. Το 26,3%, δηλαδή 5 μαθητές/μαθήτριες από τους/τις 19, σχεδίασαν μόνο τον Ήλιο και τους 8 πλανήτες, ενώ τρεις μαθητές/μαθήτριες ζωγράφισαν τον Ήλιο και λιγότερους από 8 πλανήτες. Τέλος, οι υπόλοιποι/υπόλοιπες τρεις, που αντιστοιχούν στο 15,8%, συμπεριέλαβαν και τα αστέρια ως τμήμα του Ηλιακού μας Συστήματος.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,011 στο Wilcoxon test). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τρεις μαθητές/μαθήτριες που σχεδίασαν αστέρια μετά τη διδακτική παρέμβαση είναι διαφορετικά άτομα από τους/τις τρεις μαθητές/μαθήτριες, που σχεδίασαν αστέρια πριν από αυτήν. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανά σε παρερμηνεία της λέξης «αστεροειδής» που παρουσιαζόταν στα αποσπάσματα που προβλήθηκαν. Ωστόσο, η μετατόπιση των μαθητών/μαθητριών προς ορθότερες και πληρέστερες απαντήσεις υποδεικνύει ότι η διδακτική παρέμβαση ευνόησε την επίτευξη του σχετικού στόχου.

Διάταξη Ηλιακού Συστήματος

Η κατηγοριοποίηση των σχεδίων³ των μαθητών/μαθητριών ως προς τη διάταξη του Ηλιακού μας Συστήματος έγινε με βάση τα νοητικά μοντέλα του Ηλιακού Συστήματος των Sharp & Kuerbis (2005) με την προσθήκη δύο ακόμη κατηγοριών. Η πρώτη επιπλέον κατηγορία ήταν το ηλιοκεντρικό μη πλήρες και σωστό μοντέλο, όπου απεικονίζονται ο Ήλιος και κάποιοι από τους πλανήτες τοποθετημένοι όμως στη σωστή σειρά, ενώ η δεύτερη το μοντέλο με κέντρο τον Δία.

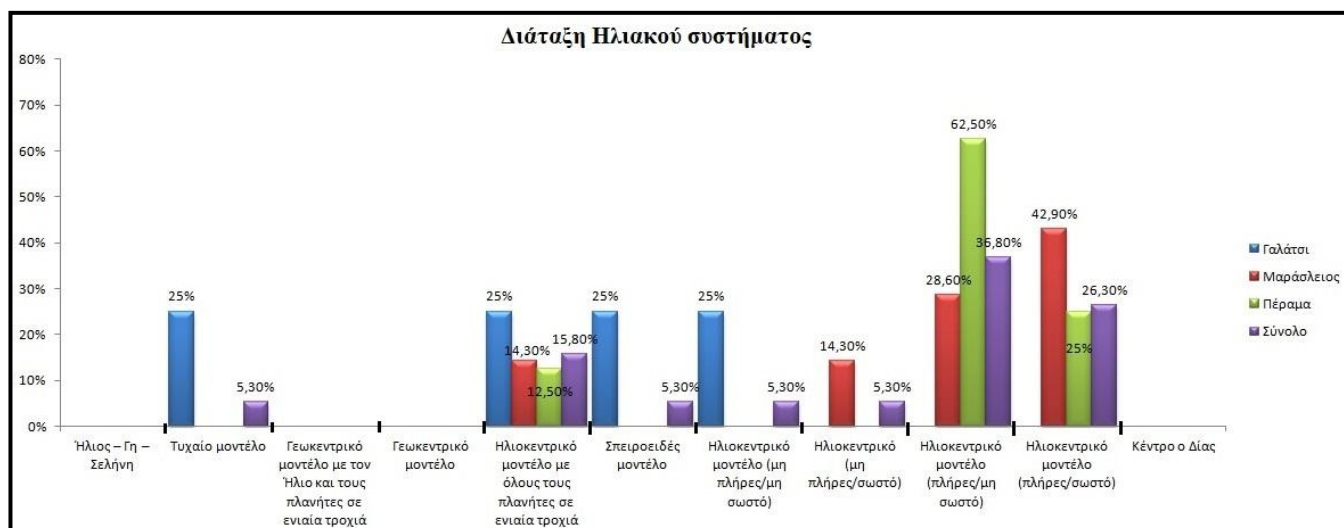


Γράφημα 5α: Διάταξη του Ηλιακού Συστήματος pre-test

Στις συνεντεύξεις πριν από τη διδασκαλία 6 μαθητές/μαθήτριες σχεδίασαν ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά. Τρεις μαθητές/μαθήτριες, δηλαδή το 15,8% του συνόλου, απεικόνισαν το Ηλιακό Σύστημα σε ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες και μη σωστό, ζωγραφίζοντας τον Ήλιο και κάποιους από τους πλανήτες, με ορισμένους τοποθετημένους σε λανθασμένη σειρά. Ηλιοκεντρικά μοντέλα πλήρη/μη σωστά και πλήρη/σωστά έφτιαξαν δύο και δύο μαθητές/μαθήτριες αντίστοιχα. Το ίδιο ποσοστό, δηλαδή 10,5% των παιδιών, σχεδίασαν τυχαία μοντέλα. Μοντέλο «Ήλιος-Γη-Σελήνη», γεωκεντρικό μοντέλο με τον Ήλιο και τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά, ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/σωστό και μοντέλο με κέντρο τον Δία ζωγράφησε από ένας/μία μαθητής/μαθήτρια.

Η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών, επηρεασμένη ίσως από σχολικές ή άλλες προηγούμενες γνώσεις, κατασκεύασε ηλιοκεντρικά μοντέλα. Παρόλ' αυτά οι περισσότεροι/περισσότερες από αυτούς/αυτές σχεδίασαν όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά και μόνο δύο έφτιαξαν ένα πλήρες και σωστό ηλιοκεντρικό μοντέλο.

³ Ενδεικτικά σχέδια μαθητών/μαθητριών παρατίθενται στο Παράρτημα 3.



Γράφημα 5b: Διάταξη του Ηλιακού Συστήματος post-test

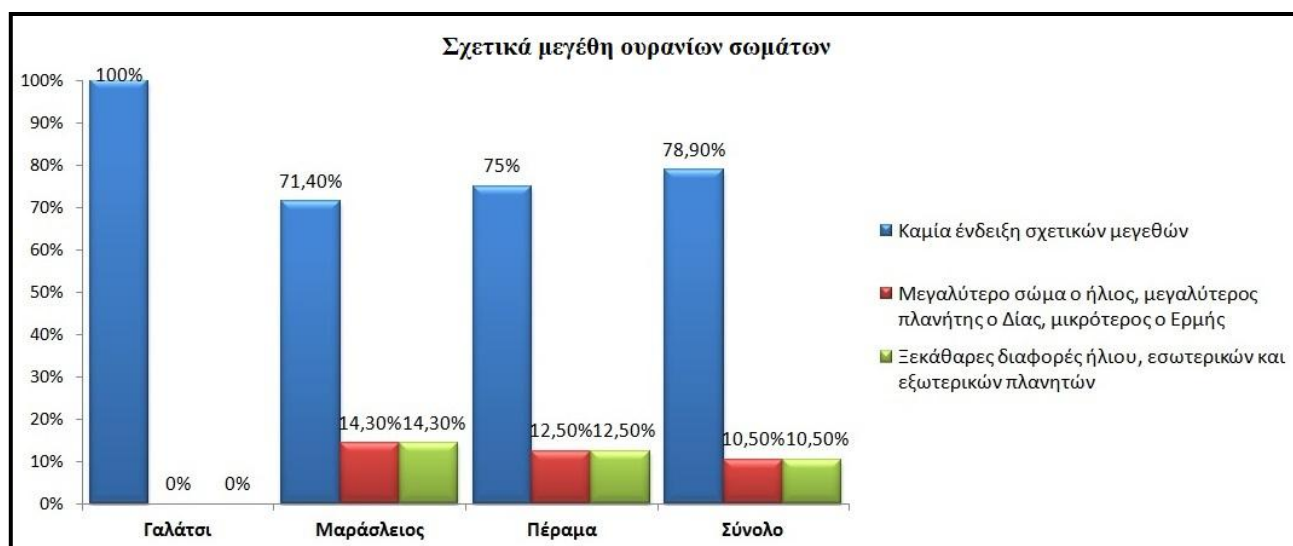
Στις συνεντεύξεις που ακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση, όλοι/όλες οι μαθητές/μαθήτριες σχεδίασαν ηλιοκεντρικά μοντέλα, με εξαίρεση έναν/μία που ζωγράφισε το Ηλιακό μας Σύστημα σε τυχαίο μοντέλο. Πιο αναλυτικά, 3 μαθητές/μαθήτριες, δηλαδή το 15,8% του συνόλου, έφτιαξαν ένα ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά. Σπειροειδές μοντέλο, ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/μη σωστό και ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/σωστό σχεδίασε από ένας/μία μαθητής/μαθήτρια. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών/μαθητριών, οι 7 από τους/τις 19, έφτιαξαν ηλιοκεντρικά μοντέλα πλήρη/μη σωστά, ενώ το 26,3%, δηλαδή 5 παιδιά, δημιούργησαν ηλιοκεντρικά μοντέλα πλήρη και σωστά.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,003 στο Wilcoxon test). Αναλυτικότερα, σε σύγκριση με τα αρχικά, τα τελικά σχέδια των παιδιών ήταν σε μεγαλύτερο ποσοστό ηλιοκεντρικά με ταυτόχρονη μείωση και του ποσοστού των ηλιοκεντρικών μοντέλων με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά. Παράλληλα, η εμφάνιση σπειροειδούς μοντέλου, το οποίο δεν υπήρχε πριν τη διδασκαλία, αξιολογείται θετικά καθώς πρόκειται για σχέδιο μαθήτριας που αρχικά είχε ζωγραφίσει μοντέλο της μορφής «Ήλιος – Γη – Σελήνη».

Σχετικά μεγέθη πλανητών

Όσον αφορά στα σχετικά μεγέθη των πλανητών, η ανάλυση των σχεδίων και των απαντήσεων των μαθητών/μαθητριών οδήγησε στη δημιουργία τριών κατηγοριών απαντήσεων. Στην πρώτη εντάχθηκαν τα σχέδια⁴ που δεν είχαν καμία ένδειξη σχετικών μεγεθών, στη δεύτερη τα σχέδια, στα οποία ο Ήλιος ήταν το μεγαλύτερο ουράνιο σώμα, ο Δίας ο μεγαλύτερος πλανήτης και ο Ερμής ο μικρότερος πλανήτης, ενώ στην τρίτη όσα είχαν ξεκάθαρες διαφορές μεταξύ του Ήλιου, των εξωτερικών και των εσωτερικών πλανητών.

⁴ Ενδεικτικά σχέδια μαθητών/μαθητριών παρατίθενται στο Παράρτημα 3.



Γράφημα 6α: Σχετικά μεγέθη ουρανίων σωμάτων pre-test

Στις αρχικές συνεντεύξεις η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών και πιο συγκεκριμένα οι 15 από τους/τις 19 δεν απεικόνισαν καμία ένδειξη σχετικών μεγεθών μεταξύ των ουρανίων σωμάτων. Δύο παιδιά έφτιαξαν σχέδια που εντάχθηκαν στη δεύτερη κατηγορία και άλλα δύο σχέδια της τρίτης κατηγορίας.



Γράφημα 6β: Σχετικά μεγέθη ουρανίων σωμάτων post-test

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις του pre και του post test (sig.= 0,007 στο Wilcoxon test). Αναλυτικότερα, μετά τη διδασκαλία οι περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες, ποσοστό 52,6%, αποτύπωσαν ξεκάθαρα στα σχέδιά τους τις διαφορές μεταξύ του Ήλιου, των εσωτερικών και των εξωτερικών πλανητών. Οι 8 από τους/τις 19 μαθητές/μαθήτριες δεν ενέταξαν στη σχεδίαση του Ηλιακού Συστήματος την παράμετρο των σχετικών μεγεθών. Τέλος, ένα σχέδιο ανήκε στη δεύτερη κατηγορία.

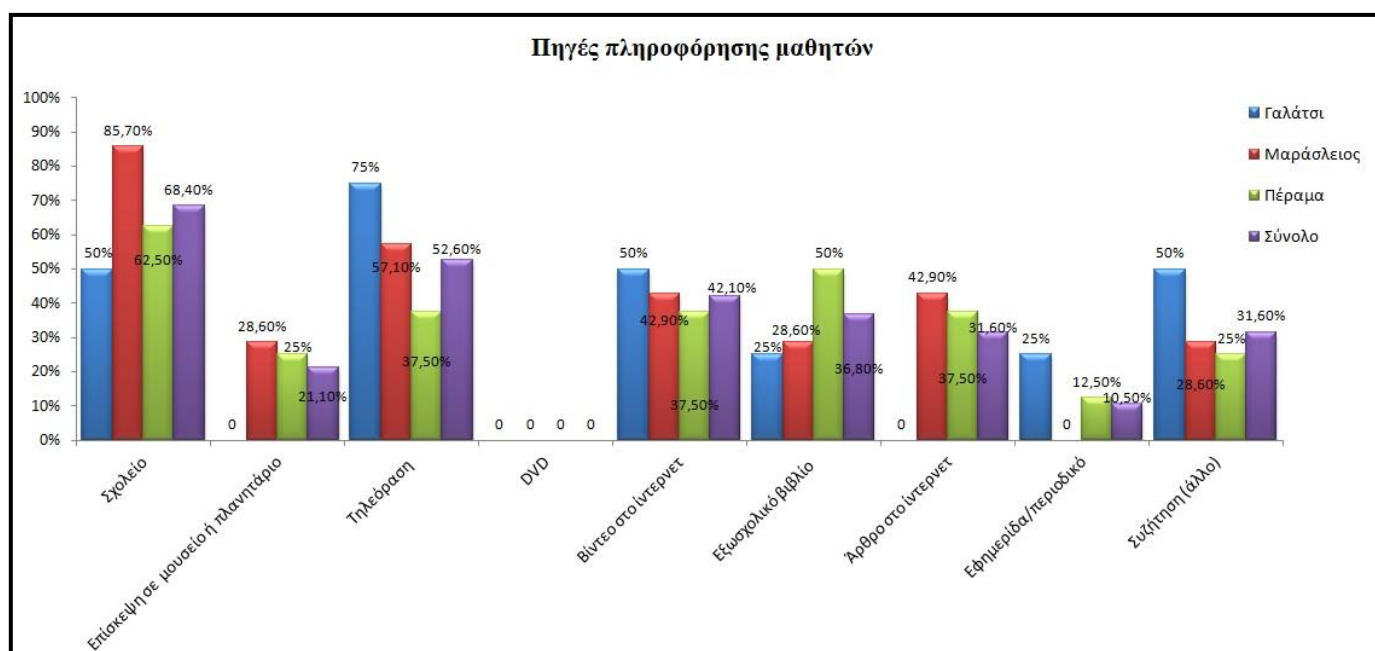
Φαίνεται πως αν και ένα μεγάλο μέρος των μαθητών/μαθητριών επηρεάστηκε από το αντίστοιχο βίντεο και ενσωμάτωσε στα σχέδιά του την παράμετρο των σχετικών μεγεθών, ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό παρέμεινε σταθερό στις αρχικές του απόψεις, χωρίς να διαχωρίσει έστω τον Ήλιο ως το μεγαλύτερο ουράνιο σώμα, τον Δία ως τον μεγαλύτερο πλανήτη και τον Ερμή ως τον μικρότερο.

6.2 Αποτελέσματα για τις πηγές πληροφόρησης

Στην ερώτηση που αφορούσε τις πηγές πληροφόρησής τους για τις θεματικές που μελετήθηκαν, οι μαθητές/μαθήτριες είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν περισσότερες από μία απαντήσεις. Για αυτόν τον λόγο, το άθροισμα των ποσοστών ανά απάντηση ξεπερνάει το 100%.

Το σχολείο ήταν η συχνότερη επιλογή, με 13 από τα 19 παιδιά να δηλώνουν ότι οι πληροφορίες τους για όσα είχαν νωρίτερα απαντήσει προέρχονται από αυτό. Με εξαίρεση έναν μαθητή, ο οποίος συμμετείχε στον όμιλο αστρονομίας του σχολείου του, οι υπόλοιποι/υπόλοιπες αναφέρθηκαν αόριστα σε πράγματα που είχαν μάθει στο μάθημα της γεωγραφίας.

Το 52,6%, δηλαδή 10 από τους/τις 19 μαθητές μαθήτριες, επέλεξε την τηλεόραση ως πηγή πληροφόρησης. Από αυτούς/αυτές, οι περισσότεροι/περισσότερες διευκρίνισαν πως έχουν παρακολουθήσει τυχαία κάποιο σχετικό ντοκιμαντέρ ή έχουν ακούσει κάτι στις ειδήσεις. Οι υπόλοιποι/υπόλοιπες δύο δήλωσαν πως βλέπουν συχνά ντοκιμαντέρ με περιεχόμενο που σχετίζεται με το Ηλιακό Σύστημα σε κάποιο συνδρομητικό κανάλι.



Γράφημα 7: Πηγές πληροφόρησης μαθητών για το Ηλιακό Σύστημα

Το διαδίκτυο και ειδικότερα την παρακολούθηση ανάλογων βίντεο επέλεξαν 8 από τους 19 μαθητές/μαθήτριες. Λίγο μικρότερο ήταν το ποσοστό όσων είπαν πως

έχουν διαβάσει κάποιο σχετικό άρθρο στο διαδίκτυο. Ένας μαθητής από το σχολείο στο Πέραμα είπε ότι συνηθίζει να παρακολουθεί με το μπαμπά του βίντεο για το Ηλιακό Σύστημα. Τα υπόλοιπα παιδιά, στο σύνολό τους, διευκρίνισαν πως η όποια αναζήτηση άρθρου ή βίντεο οφειλόταν σε εργασία για το σχολείο και είχε συμβεί μεμονωμένα κατά το παρελθόν.

Το 21,1%, ποσοστό που αντιστοιχεί σε 4 μαθητές/μαθήτριες, απέδωσε ένα μέρος των πληροφοριών στις επισκέψεις σε πλανητάρια και μουσεία, είτε με το σχολείο, είτε με την οικογένεια. Επιπλέον, επτά παιδιά είπαν πως είχαν διαβάσει κάποιο λογοτεχνικό βιβλίο που αναφερόταν στο Ηλιακό Σύστημα. Ενδεικτικά παραδείγματα βιβλίων αποτελούν «Η πόρτα με τις 3 κλειδαριές», «Το μυστικό κλειδί του Τζορτζ για το σύμπαν» και το «Εξηγώντας στα εγγόνια μου το σύμπαν».

Τέλος, στην επιλογή «Άλλο» που δινόταν ως πιθανή απάντηση, 6 μαθητές/μαθήτριες, δηλαδή το 31,6%, είπαν ότι έχουν συζητήσει διάφορες απορίες τους για το Ηλιακό Σύστημα με τους γονείς τους ή άλλα μέλη της οικογένειάς τους, προκειμένου να βρουν απαντήσεις.

7. Συμπεράσματα

Το δείγμα της παρούσας έρευνας δεν είναι μεγάλο. Κατά συνέπεια, τα όποια συμπεράσματα προκύπτουν είναι ενδεικτικά και μπορούν να αποτελέσουν αφορμή για ανάλογη έρευνα μεγαλύτερης κλίμακας, η οποία θα οδηγήσει σε πιο γενικευμένα συμπεράσματα.

Αναφορικά με τις ιδέες των παιδιών σχολικής ηλικίας για θέματα που σχετίζονται με το Ηλιακό Σύστημα φαίνεται ότι:

- Η πλειονότητα των παιδιών δεν συμπεριλαμβάνει στο Ηλιακό μας Σύστημα στοιχεία που δεν ανήκουν σε αυτό, όπως αστέρια ή μαύρες τρύπες. Επιπλέον, το μεγαλύτερο ποσοστό δεν συμπεριέλαβε και όλους τους πλανήτες στα σχέδιά του. Ο Ήλιος και η Γη δεν έλειπαν από κανένα σχέδιο, περισσότερο απεικονιζόμενοι πλανήτες ήταν ο Δίας, ο Κρόνος, ο Άρης και η Αφροδίτη, ενώ λιγότερο ο Ερμής, ο Ποσειδώνας και ο Ουρανός.
- Όσον αφορά στη διάταξη του Ηλιακού Συστήματος κυριαρχούν τα ηλιοκεντρικά μοντέλα, ακόμη κι αν δεν είναι κοντά στο επιστημονικά σωστό μοντέλο του Ηλιακού Συστήματος. Σημαντικό ποσοστό μαθητών/μαθητριών σχεδίασε ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά. Σε σύγκριση με προηγούμενες έρευνες στον ελληνικό χώρο (Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007) παρατηρήθηκε μικρή αύξηση στα ηλιοκεντρικά πλήρη/σωστά μοντέλα και μεγαλύτερη αύξηση στο ποσοστό των ηλιοκεντρικών μοντέλων συνολικά. Επιπλέον, σε σχέση με τις τροχιές των πλανητών στο 42,86% των σχεδίων ηλιοκεντρικών μοντέλων όλοι πλανήτες τοποθετούνται σε ενιαία τροχιά, στο 35,71% τοποθετούνται σε ξεχωριστές τροχιές και πιθανόν υπονοείται κίνηση όλων των πλανητών με την ίδια ταχύτητα, ενώ στο

υπόλοιπο 21,43% κίνηση των πλανητών με διαφορετικές ταχύτητες διαφορετικές τροχιές.

- Η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών δε γνωρίζει πως το Ηλιακό Σύστημα περιλαμβάνει και άλλα σώματα πέραν του Ήλιου και των πλανητών, όπως δορυφόρους, νάνους πλανήτες και αστεροειδείς.
- Οι γνώσεις των μαθητών/μαθητριών για τα σχετικά μεγέθη και τις αποστάσεις των ουρανίων σωμάτων είναι λιγοστές, επιβεβαιώνοντας έτσι τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Οι μαθητές/μαθήτριες είναι σε θέση να γνωρίζουν ότι το Ηλιακό μας Σύστημα σχηματίστηκε πάρα πολλά χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την βιβλιογραφική άποψη ότι για τα παιδιά το Ηλιακό Σύστημα είναι σταθερό, μόνιμο και υπήρχε από πάντα (Comins, 2001).
- Δεν έχουν αποκρυσταλλωμένη άποψη για τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών. Η πλειοψηφία προσπάθησε να δώσει μια περιγραφή της διαδικασίας, συνδυάζοντας διάφορες πληροφορίες για το Ηλιακό Σύστημα, σύμφωνα και με τις εναλλακτικές ιδέες τους.
- Οι μαθητές/μαθήτριες δεν έχουν διαμορφωμένη άποψη ούτε για τη σειρά σχηματισμού του Ήλιου και των πλανητών. Οι κυρίαρχοι συλλογισμοί των μαθητών/μαθητριών ήταν δύο. Κάποιοι/κάποιες θεώρησαν τους πλανήτες και τον Ήλιο ένα ενιαίο Σύστημα, το οποίο σχηματίστηκε ταυτόχρονα, ενώ άλλοι/άλλες υποστήριξαν πως ο Ήλιος είναι πηγή ζωής και είτε σχηματίστηκε πριν από τους πλανήτες για να τους δώσει έπειτα ζωή ή σχηματίστηκε μετά από αυτούς και τότε απέκτησαν ζωή.

Όσον αφορά στην αξιοποίηση των ντοκιμαντέρ ως εργαλείο στη διδασκαλία στοιχείων του Ηλιακού Συστήματος φαίνεται ότι διευκόλυνε την επίτευξη των γνωστικών στόχων, περισσότερο σε κάποιες θεματικές και λιγότερο σε άλλες. Πιο συγκεκριμένα μετά τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται πως:

- Η πλειονότητα των παιδιών συμπεριέλαβε και τους οχτώ πλανήτες στο Ηλιακό μας Σύστημα. Μόνο από 3 σχέδια έλειπε ο Ουρανός ή/και ο Ποσειδώνας.
- Αναφορικά με τη διάταξη του Ηλιακού Συστήματος περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες σχεδίασαν ηλιοκεντρικά μοντέλα πλήρη/σωστά και πλήρη/μη σωστά. Παράλληλα, δεν βρέθηκε κανένα γεωκεντρικό μοντέλο, μοντέλο με κέντρο το Δία και μοντέλο «Ήλιος-Γη-Σελήνη», ενώ μειώθηκε κατά το ήμισυ και το ποσοστό των ηλιοκεντρικών μοντέλων με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά. Σε σχέση με τις τροχιές των πλανητών, στο 47,06% των σχεδίων ηλιοκεντρικού μοντέλου πιθανόν υπονοείται η κίνηση των πλανητών σε διαφορετικές τροχιές αλλά με την ίδια ταχύτητα, ενώ στο 29,41% η κίνηση των πλανητών σε διαφορετικές τροχιές με διαφορετική ταχύτητα.

- Ένα μέρος των παιδιών συμπεριέλαβε στο Ηλιακό Σύστημα άλλα σώματα όπως δορυφόρους, νάνους πλανήτες και αστεροειδείς. Συγκεκριμένα, 21,05% ενέταξε ένα από αυτά τα είδη σωμάτων και 21,05% συμπεριέλαβε δύο από αυτά. Σε κανένα σχέδιο, ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε η σχεδίαση και δορυφόρων και αστεροειδών και νάνων πλανητών.
- Οι μισοί/μισές έλαβαν υπόψη τους την παράμετρο των σχετικών μεγεθών, απεικονίζοντας διαφορές μεταξύ του Ήλιου, των εσωτερικών και των εξωτερικών πλανητών. Ταυτόχρονα, οι υπόλοιποι/υπόλοιπες φαίνεται να μην επηρεάστηκαν από την παρέμβαση και στα σχέδιά τους δεν υπήρχε καμία ένδειξη σχετικών μεγεθών. Επιπλέον, οι σχετικές αποστάσεις φαίνεται πως δεν έγιναν αντιληπτές από το σύνολο των παιδιών.
- Περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες ήταν σε θέση να γνωρίζουν ότι το Ηλιακό Σύστημα σχηματίστηκε πολλά χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου. Μεγαλύτερο ποσοστό μάλιστα κατάφερε και να αιτιολογήσει κατάλληλα τις απαντήσεις του.
- Η πλειοψηφία των παιδιών μπόρεσε να περιγράψει τη διαδικασία σχηματισμού των πλανητών. Οι περιγραφές αυτές, ελλιπείς ή πλήρεις, με ή χωρίς εναλλακτικές ιδέες, πλησίαζαν περισσότερο την επιστημονικά αποδεκτή άποψη.
- Περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες ήταν σε θέση να αναφέρουν ότι ο Ήλιος σχηματίστηκε πριν από τους πλανήτες, με μερικούς/μερικές να μπορούν και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.

Οι πηγές πληροφόρησης των μαθητών/μαθητριών για θέματα που αφορούν το Ηλιακό Σύστημα ποικίλλουν. Συχνότερα αναφέρθηκαν το σχολείο και η τηλεόραση, με τα βίντεο στο διαδίκτυο και τα εξωσχολικά βιβλία να ακολουθούν. Σπανιότερη ήταν η αναφορά των μαθητών/μαθητριών σε επισκέψεις σε μουσεία ή πλανητάρια και στην ανάγνωση εφημερίδων ή περιοδικών.

Γενικότερα, παρά τις παρερμηνείες κάποιων μαθητών/μαθητριών σε ορισμένα σημεία, το συνολικό γνωστικό τους επίπεδο βελτιώθηκε μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι όποιες διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των σχολείων πιθανόν οφείλονται στην προσοχή των μαθητών κατά τη διαδικασία. Τα παιδιά στο Πέραμα και το Γαλάτσι δεν ήταν εξοικειωμένα με τη διδασκαλία από φοιτητές/φοιτήτριες και αντιμετώπισαν πολύ σοβαρά τη διαδικασία της έρευνας (συνεντεύξεις και παρέμβαση), σε αντίθεση με τους μαθητές στο Μαράσλειο, οι οποίοι δεν έδωσαν την απαραίτητη σημασία, μάλλον λόγω συνήθειας.

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκεκριμένη έρευνα διεξήχθη σε μικρές ομάδες και όχι σε ολόκληρο τμήμα, προτείνεται η προσαρμογή της χρονικής διάρκειας, με την κατάτμηση της διδασκαλίας σε δύο δίωρες διδακτικές παρεμβάσεις.

Συμπερασματικά, από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι οι μαθητές/μαθήτριες έρχονται στο σχολείο έχοντας διάφορες ιδέες για ζητήματα που σχετίζονται με το

Ηλιακό Σύστημα, ακόμη κι αν αυτά δεν συμπεριλαμβάνονται στη διδακτέα ύλη του Δημοτικού σχολείου. Παράλληλα, αποσπάσματα ντοκιμαντέρ μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία στοιχείων του Ηλιακού Συστήματος.

Βιβλιογραφία

- Arroio, A. (2007). The role of cinema into science education. *Problems of education in the 21st century*, 1, 25-30.
- Arroio, A. (2010). Context based learning: A role for cinema in science education. *Science education International*, 21 (3), 131-143.
- Arroio, A., & Farias, D. (2011). Possible contributions of cinema in natural science education to understand how scientists and science works. *Problems of education in the 21st century*, 37, 18-28.
- Barbas, T., Paraskevopoulos, S., & Stamou, A. (2009). The effect of nature documentaries on students' environment sensitivity: a case study. *Learning, media and technology*, 34 (1), 61-69.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 502-513.
- Bennett, J., Donahue, M., Schneider, N., & Voit, M. (2010). *The solar system*. Pearson Education.
- Bousé, D. (2003). False intimacy: close-ups and viewer involvement in wildlife films. *Visual Studies*, 18 (2), 123-132.
- Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cazares, L. (2013). Elementary Students' Mental Models of the Solar System. *Astronomy Education Review*, 12 (1).
- Carvalho, A. (2007). Ideological cultures and media discourses on scientific knowledge: re-reading news on climate change. *Public Understanding of Science*, (16), 223-243.
- Cin, M. (2007). Alternative views of the solar system among Turkish students. *Review of Education*, (53), 39-53.
- Colombo, P., Aroca, S., & Silva, C. (2010). Daytime School Guided Visits to an Astronomical Observatory in Brazil. *Astronomy Education Review*, 9.
- Comins, N. (2001). *Heavenly Errors: Misconceptions about the Real Nature of the Universe*. New York: Columbia University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών*. (Μ. Χατζή, Μεταφρ.) Αθήνα: τυπωθήτω.
- Fortner, R. (1985). Relative effectiveness of classroom and documentary film presentations on marine mammals. *Journal of research in science teaching*, 21 (2), 115-126.

Gifreu Castells, A. (2010). THE INTERACTIVE MULTIMEDIA DOCUMENTARY: A PROPOSED ANALYSIS MODEL.

Halkia, K., & Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 1395-1411.

Jones, B., Lynch, P., & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, 9 (1), 43-53.

Keeley, P., & Sneider, C. (2012). *Uncovering Student Ideas in Astronomy*. National Science Teachers Association.

Kozma, R. (1991). Learning With Media. *Review of Educational Research*, 61, 179-211.

Nichols, B. (2010). *Introduction to documentary* (Second edition εκδ.). Bloomington, Indiana: Indiana University Press.

Sadler, P. (1992). The initial knowledge state of high school astronomy students. Graduate School of Education, Harvard University. Phd thesis.

Schoon, K. (1992). Students' Alternative Conceptions of Earth and Space. *Journal of Geological Education*, 40, 209-214.

Sharp, J. (1995). Children's astronomy: implications for curriculum developments at Key Stage 1 and the future of infant science in England and Wales. *International Journal of Early Years Education*, 3 (3), 17-49.

Sharp, J. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18 (6), 685-712.

Sharp, J., & Kuerbis, P. (2005). Children's Ideas About the Solar System and the Chaos in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 90, 124-147.

Sharp, J., & Sharp, J. (2007). Beyond shape and gravity: children's ideas about the Earth in space reconsidered. *Research Papers in Education*, 22 (3), 363-401.

Trumper, R. (2001). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1111-1123.

Weigold, M. (2001). Communicating Science: A Review of the Literature. *Science Communication*, (23), 164-193.

Yow, D. (2014). Teaching Introductory Weather and Climate Using Popular Movie. *Journal of geoscience education*, 62, 118-125.

Αγγελάκης, Γ. (2012). *Επένδυση Ηχητικών Εφέ σε Ντοκιμαντέρ Άγριας Φύσης σε Dolby Digital 5.1 Surround format*. Ρέθυμνο: Πτυχιακή εργασία.

Κουτσόπουλος, Κ., Σωτηράκου, Μ., & Τατσόγλου, Μ. *Γεωγραφία Στ' Δημοτικού: Βιβλίο δασκάλου*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Μαντζουρίδης, Δ. (2013). *Οι φυσικές επιστήμες στα μέσα μαζικής ενημέρωσης: Η αξιοποίηση άρθρων επιστήμης του τύπου στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών από εκπαιδευτικούς, Μελέτες περίπτωσης*. Αθήνα: Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή.

Μπάνος, Γ. (2003). *Γενική Αστρονομία*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Σιμιτζόγλου, Σ., & Χαλκιά, Κ. (2007). Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το Ηλιακό Σύστημα, 5 (Β) .

Σταράκης, Ι. (2014). *Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες: ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας διδακτικής ακολουθίας για φαινόμενα που συνδέονται με τις σχετικές κινήσεις Ήλιου-γης-σελήνης, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση*. Αθήνα: Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή.

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

Χαλκιά, Κ., & Θεοδωρίδης, Μ. (2012). Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες: Η αξιοποίηση των ΜΜΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο Μ. Ευαγόρου, & Λ. Αβραμίδου (Επιμ.), *Θεωρητικές και Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες* (σσ. 158-180). Αθήνα: Διάδραση.

Χαλκιά, Κ. (2013). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες*. Αθήνα: Πατάκης.

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο συνέντευξης

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

Α) Το ηλιακό μας σύστημα (ήλιος και πλανήτες) :

1. υπήρχε από πάντα
2. σχηματίστηκε πάρα πολλά χρόνια πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου
3. σχηματίστηκε λίγο πριν από την εμφάνιση του ανθρώπου

Διάλεξε μία από τις παραπάνω απαντήσεις και αιτιολόγησε την άποψή σου.

Β) Οι πλανήτες σχηματίστηκαν :

1. πριν από τον ήλιο
2. ταυτόχρονα με τον ήλιο
3. μετά από τον ήλιο

Διάλεξε μία από τις παραπάνω απαντήσεις και αιτιολόγησε την άποψή σου.

Ε) Πώς πιστεύεις ότι σχηματίστηκαν οι πλανήτες :

Τις πληροφορίες για το ηλιακό σύστημά τις ξέρω από:

1. το σχολείο
2. επίσκεψη σε κάποιο μουσείο/πλανητάριο (αν ναι, σε ποιο:_____)
3. την τηλεόραση
4. DVD
5. βίντεο στο ίντερνετ
6. εξωσχολικό βιβλίο (αν ναι, ποιο:_____)
7. άρθρο στο ίντερνετ
8. εφημερίδα/περιοδικό
9. άλλο, τι:_____

Παράρτημα 2: Φύλλο εργασίας διδακτικής παρέμβασης

Ηλιακό σύστημα

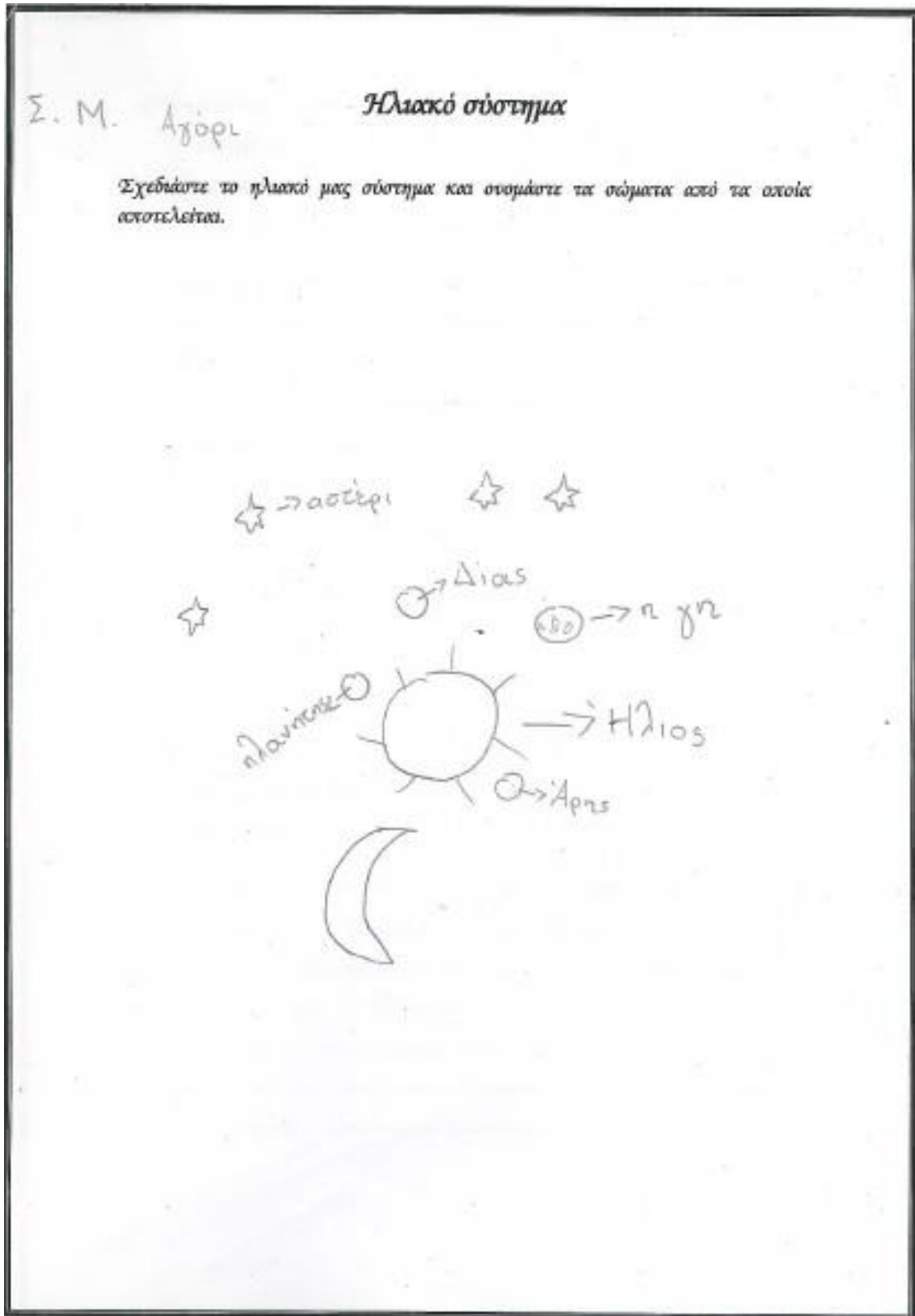
Συζητήσε με την ομάδα σου από τι αποτελείται το ηλιακό μας σύστημα και στη συνέχεια σχεδιάσε το. Ονόμασε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

- Όλοι οι πλανήτες έχουν την ίδια σύσταση και την ίδια μορφή; Συζητήσέ το με την ομάδα σου και γράψε την άποψή σου. Μην ξεχάσεις να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

- Πώς πιστεύεις ότι δημιουργήθηκαν οι πλανήτες; Συζήτησέ το με την ομάδα σου και γράψε την άποψή σου. Μην ξεχάσεις να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

- Πώς ξέρουμε όλα αυτά τα στοιχεία για τη δημιουργία του ηλιακού μας συστήματος;

Παράρτημα 3: Ενδεικτικά σχέδια μαθητών/μαθητριών

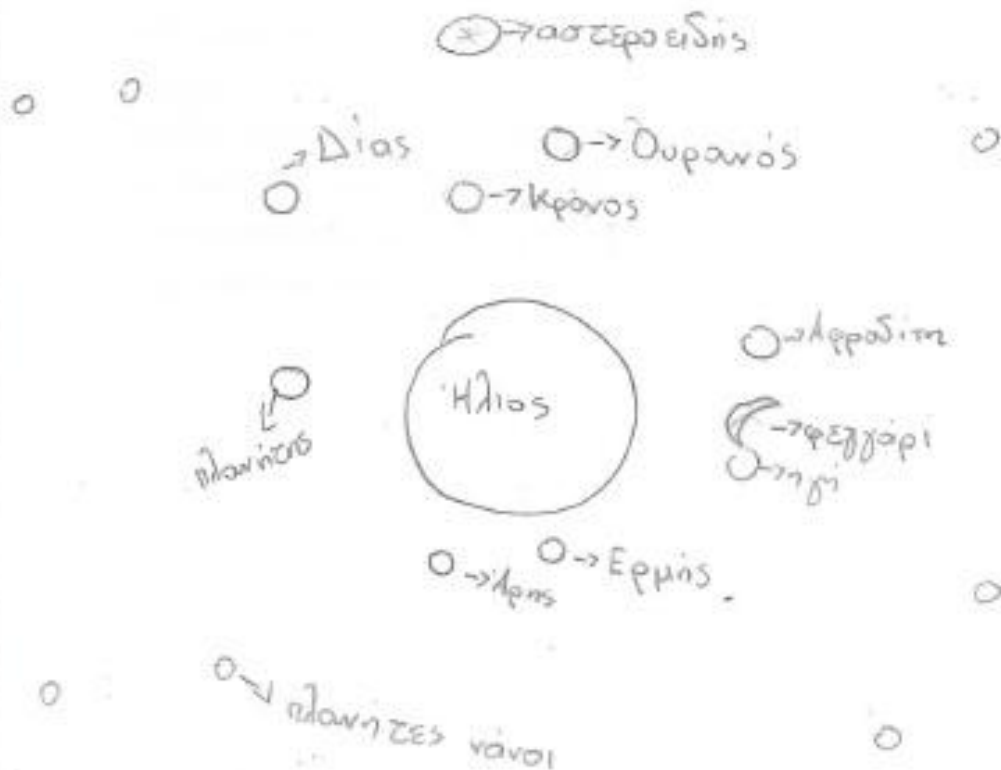


Σχέδιο pre-test του μαθητή 1:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά

Σ. Μ. Λυγέρη

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

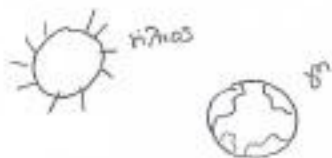


Σχέδιο post-test του μαθητή 1:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/μη σωστό

P.Γ (Κορίτσι)

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

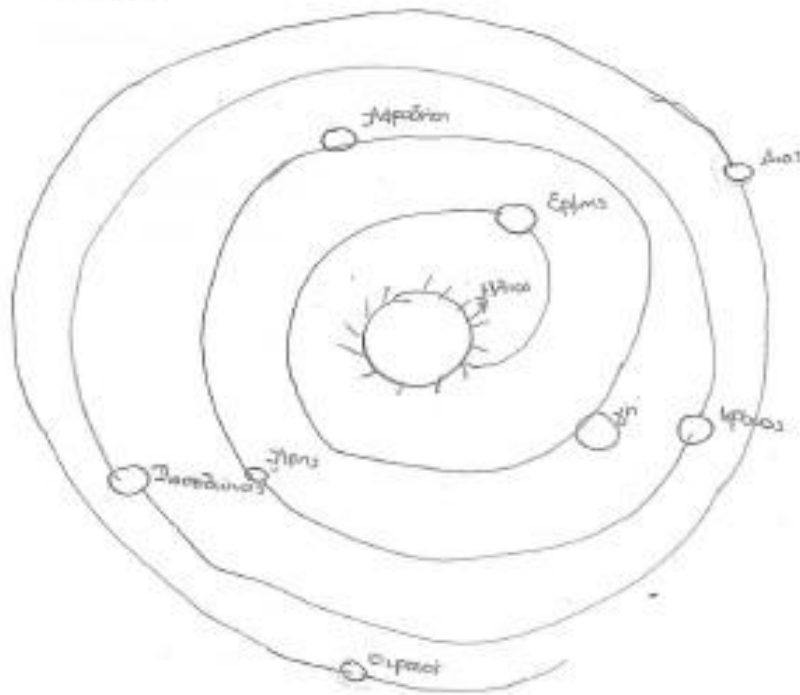


Σχέδιο pre-test της μαθήτριας 2:
Μοντέλο «Ήλιος – Γη – Σελήνη»

P. Γ. Κορίτσι

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

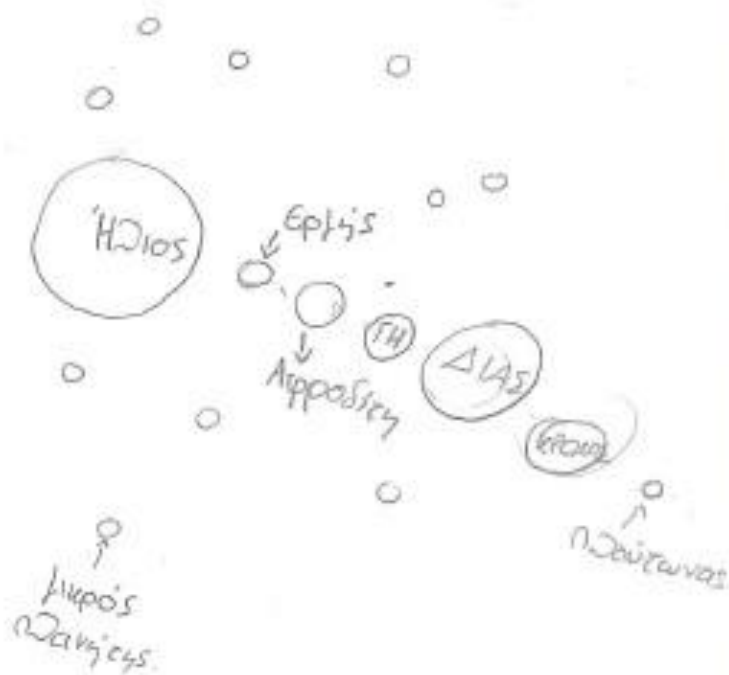


Σχέδιο post-test της μαθήτριας 2:
Σπειροειδές μοντέλο

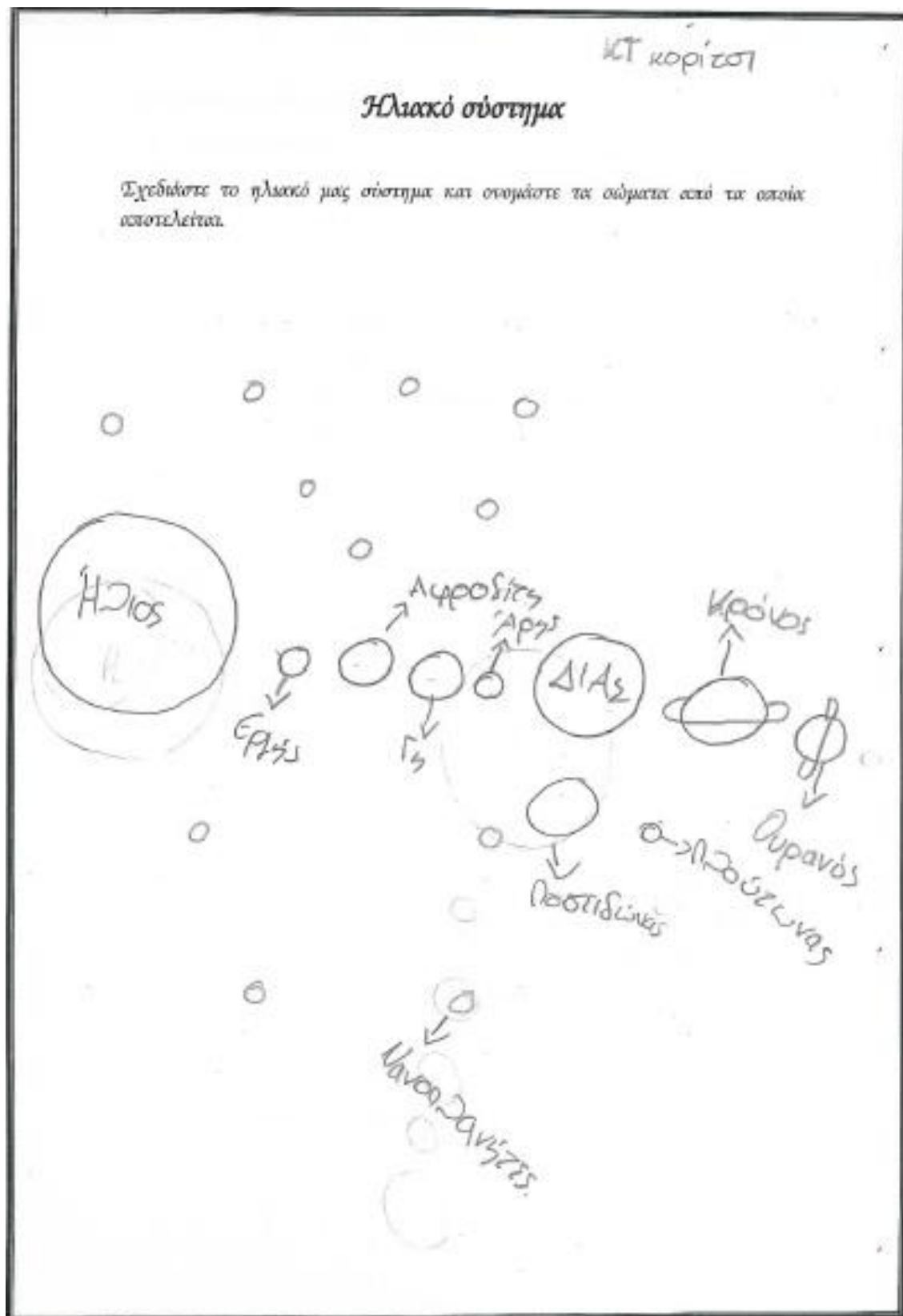
Κ. Τ. ΚΟΡΙΖΟΤ

Ηλιακό σύστημα

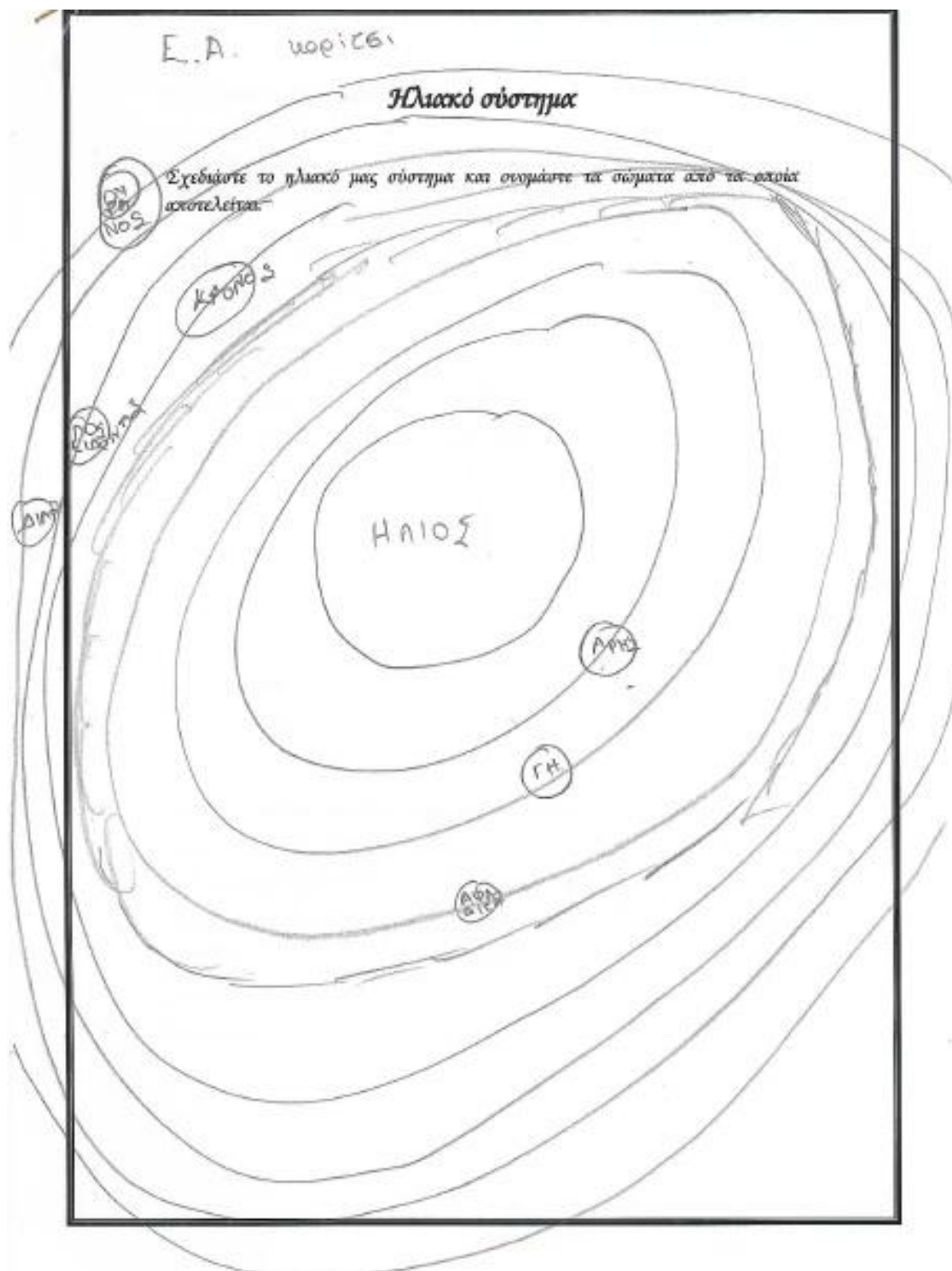
Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



Σχέδιο pre-test της μαθήτριας 5:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/σωστό



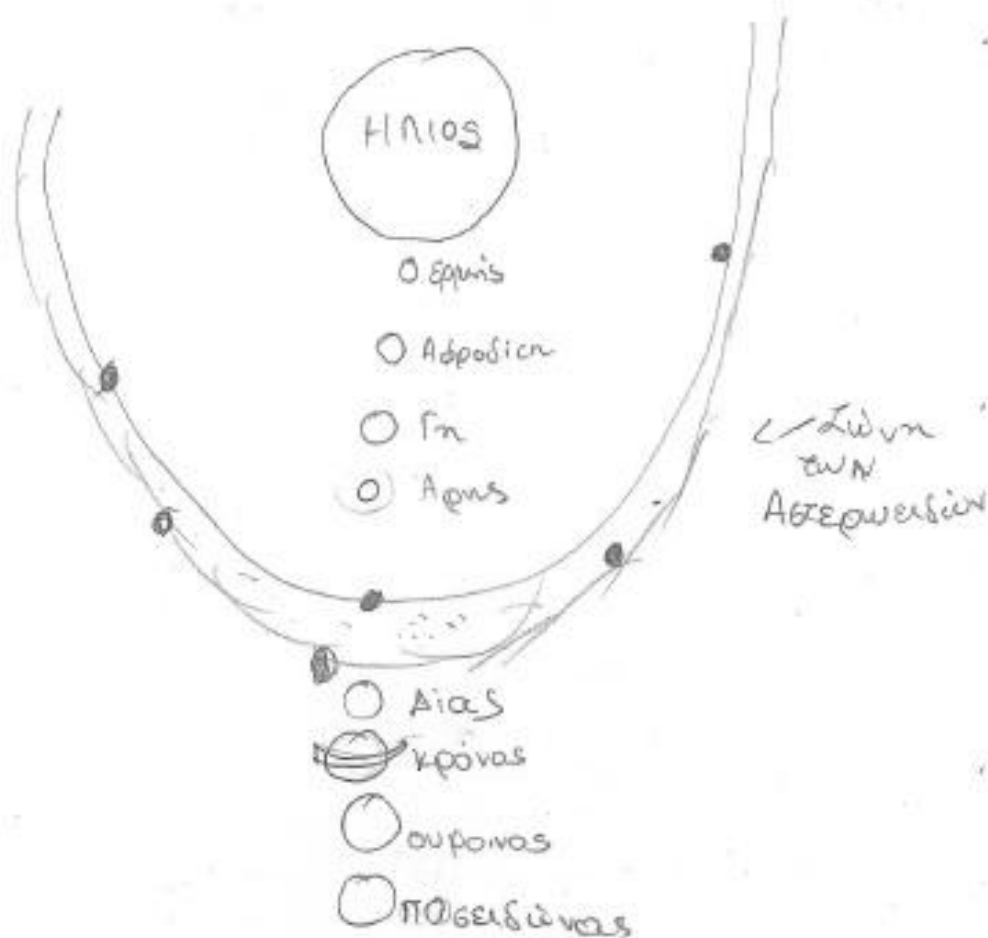
Σχέδιο post-test της μαθήτριας 5:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/σωστό



Σχέδιο pre-test της μαθήτριας 10:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο μη πλήρες/μη σωστό

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και αναγράψτε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.

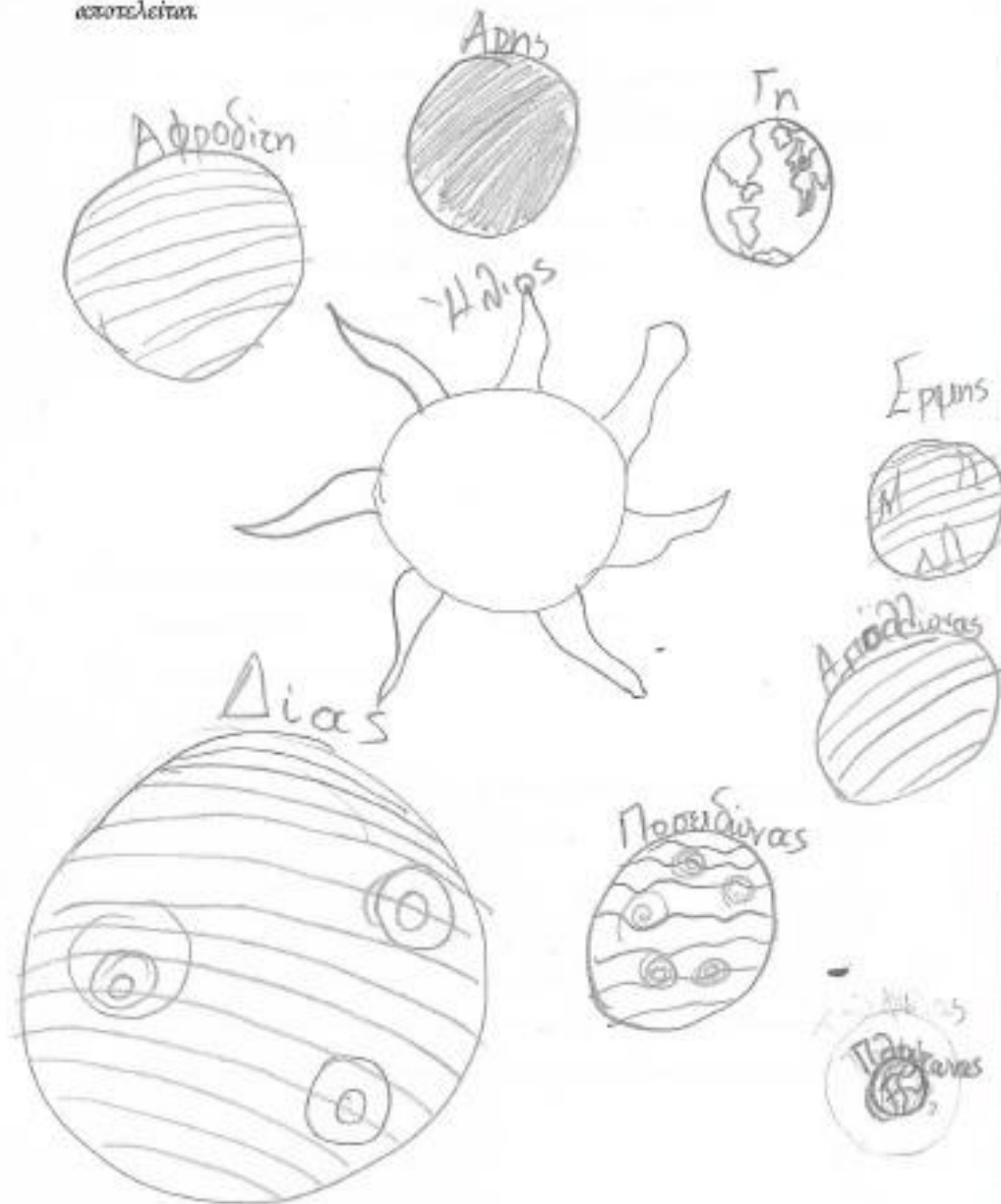


Σχέδιο post-test της μαθήτριας 10:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/σωστό

Σ. Τ. Κορίτσι

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



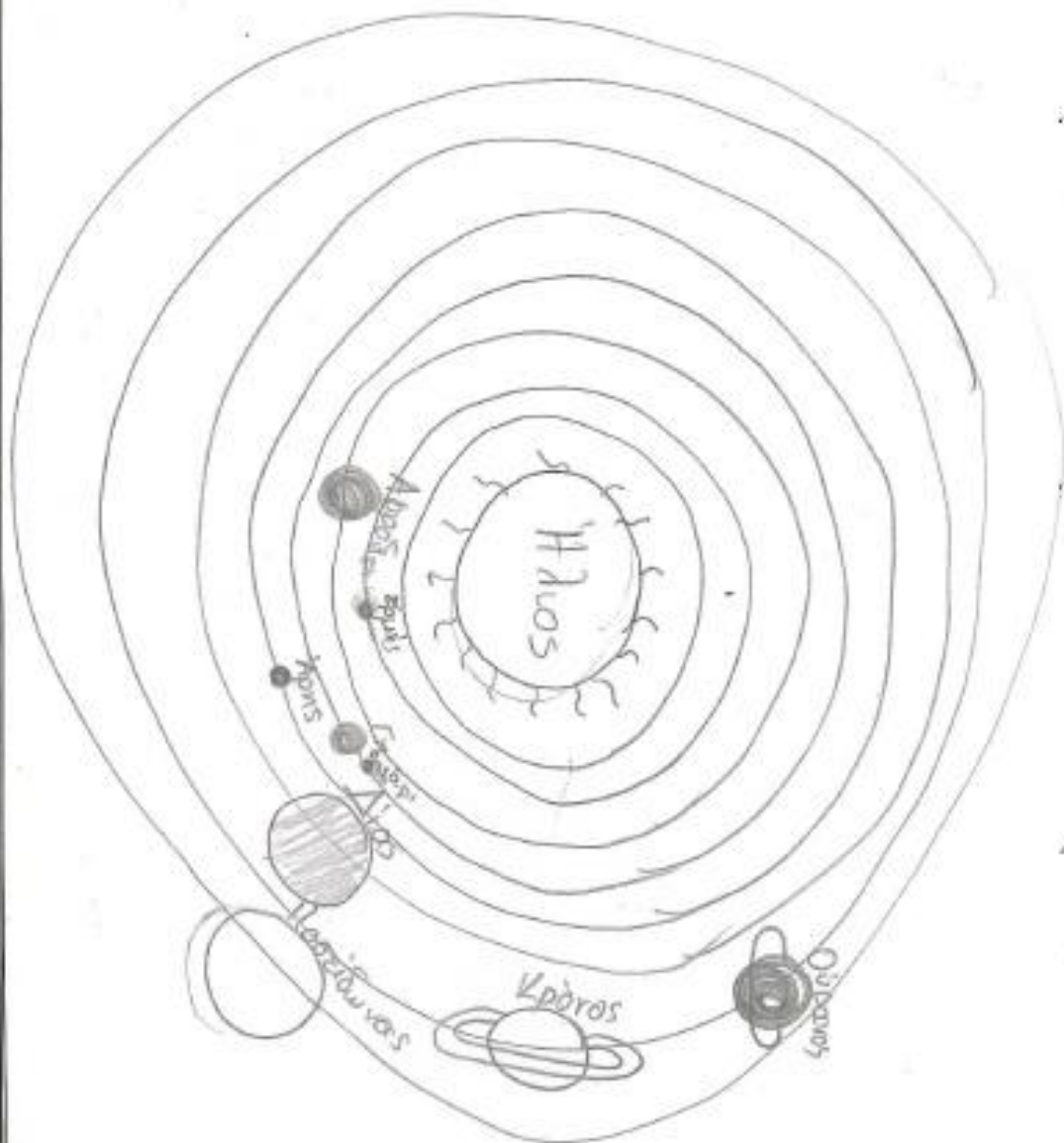
Σχέδιο pre-test της μαθήτριας 12:

Ηλιοκεντρικό μοντέλο με όλους τους πλανήτες σε ενιαία τροχιά

Ξ. Τ Κορίτσι

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



Σχέδιο post-test της μαθήτριας 12:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/σωστό

Σ.Μ. αγγελή

Ηλιακό σύστημα

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



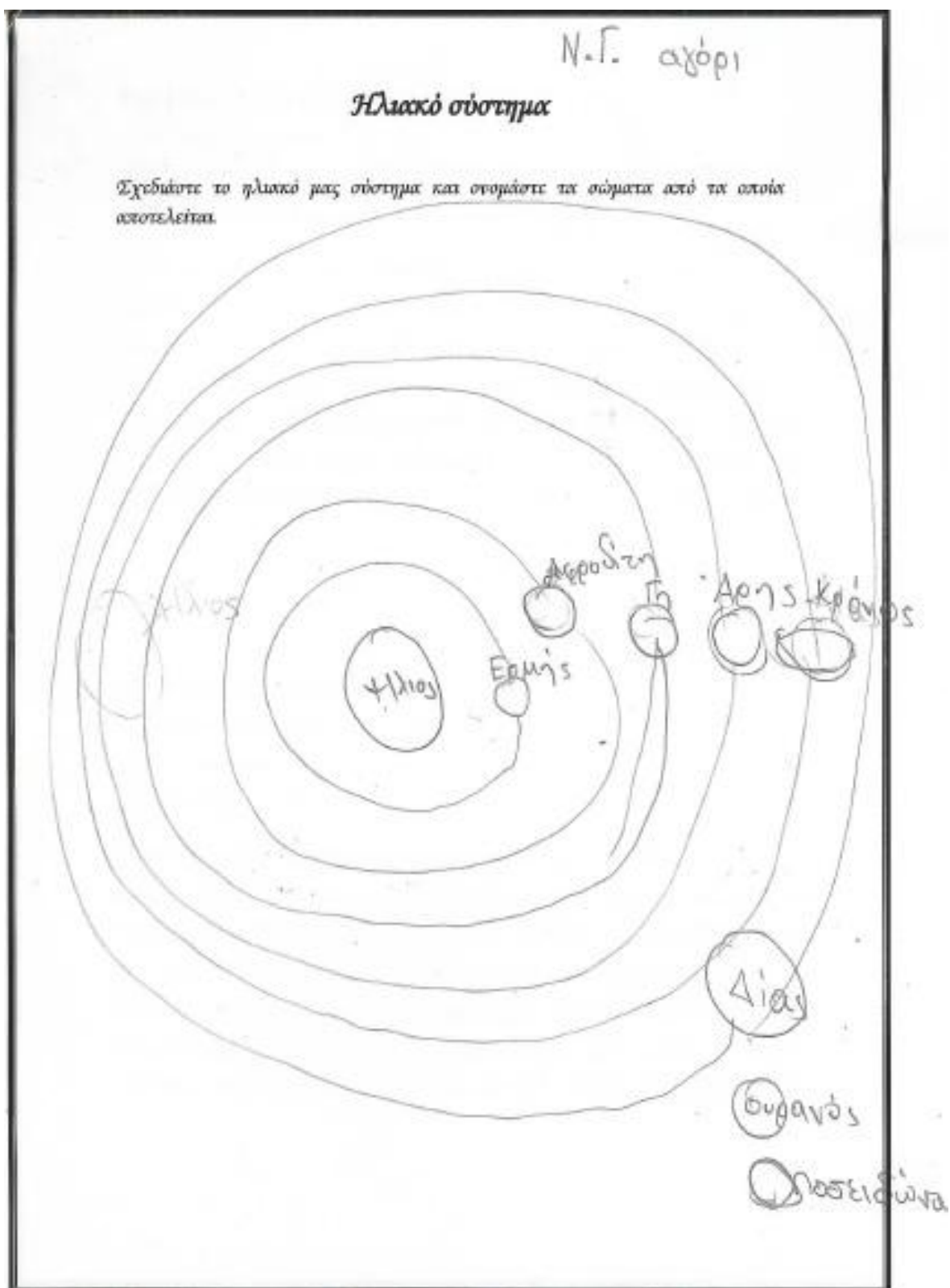
Σχέδιο pre-test του μαθητή 15:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/σωστό

Σ.Ν. αφορ. Ηλιακό σύστημα

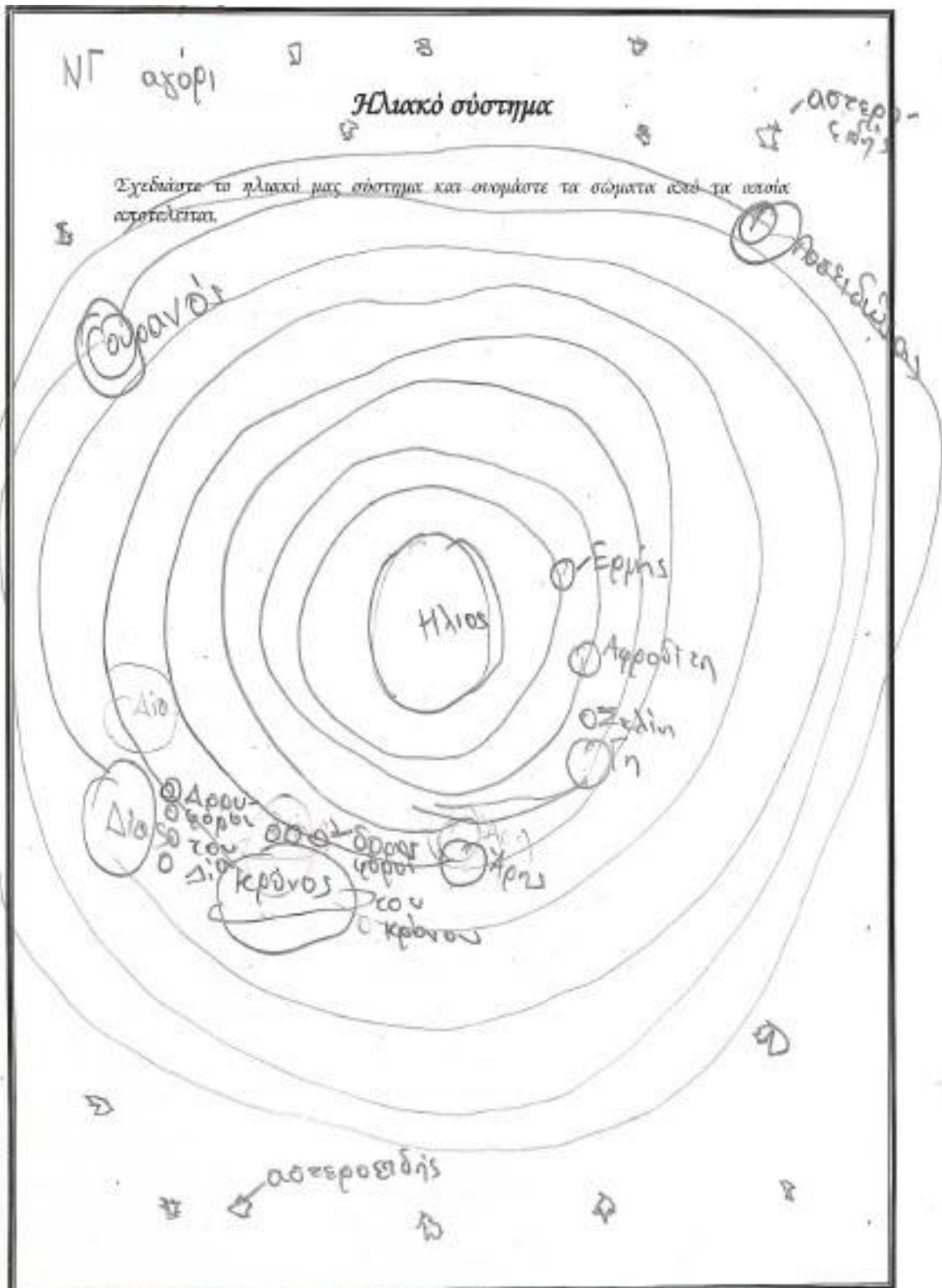
Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



Σχέδιο post-test του μαθητή 15:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/σωστό



Σχέδιο pre-test του μαθητή 16:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/μη σωστό

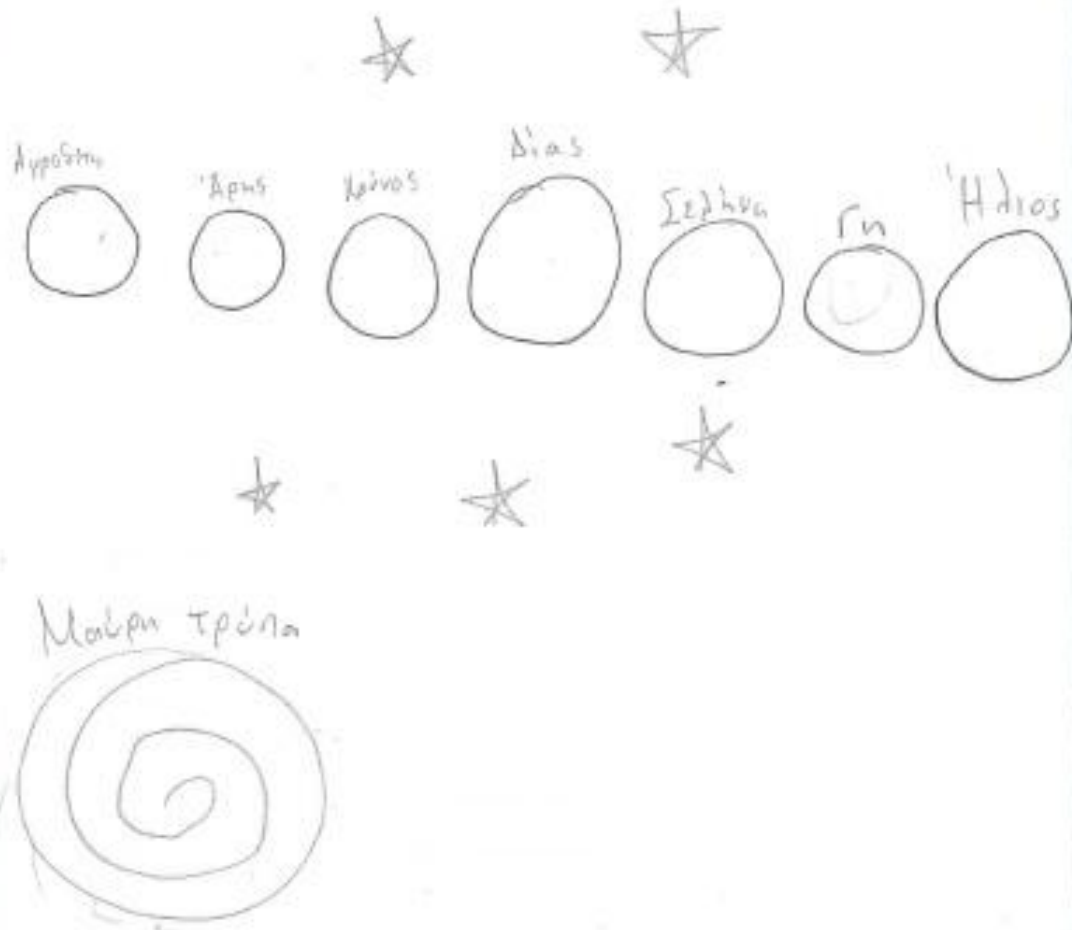


Σχέδιο post-test του μαθητή 16:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/μη σωστό

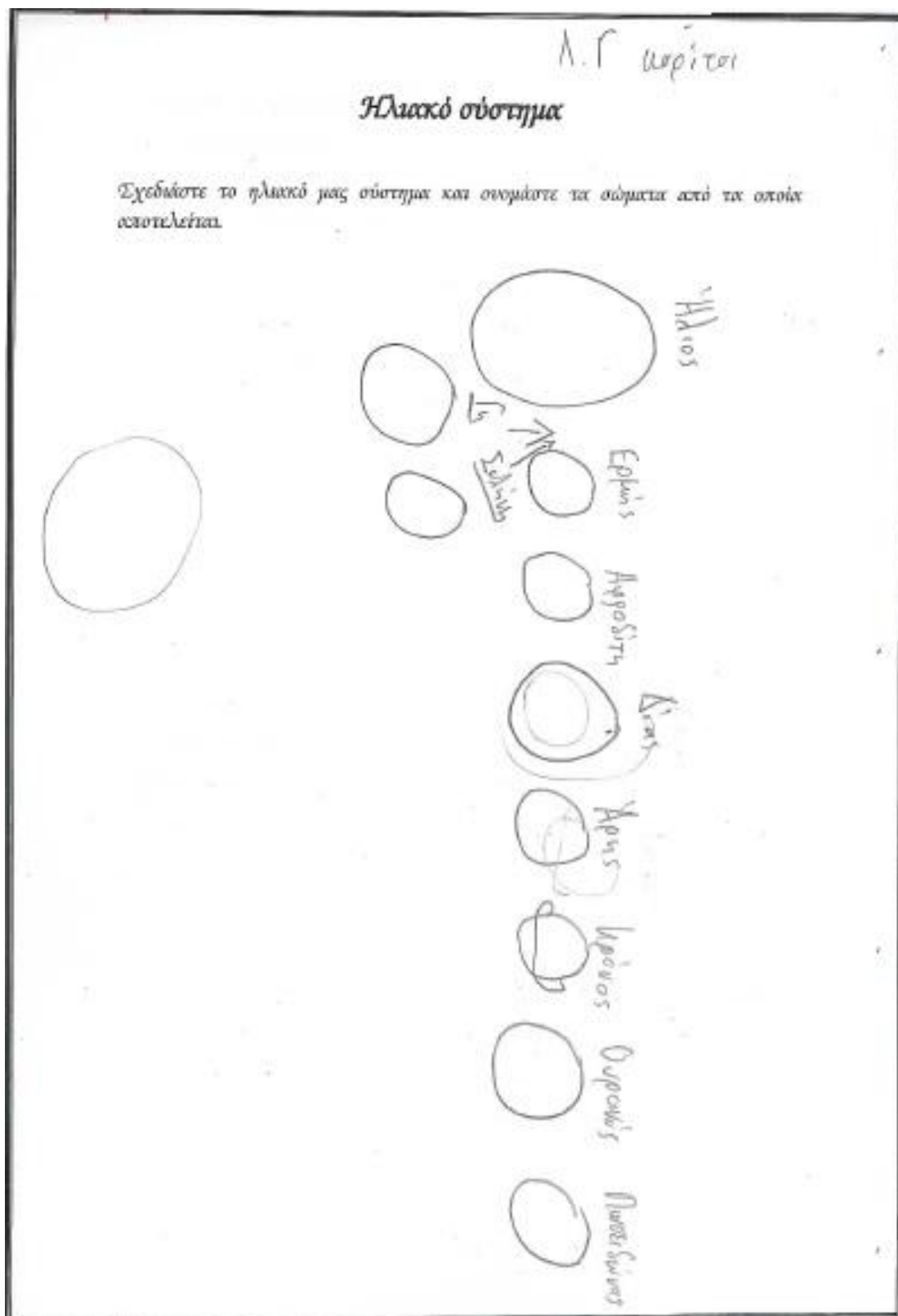
Ηλιακό σύστημα

λ. Γ. Μπίτσι

Σχεδιάστε το ηλιακό μας σύστημα και ονομάστε τα σώματα από τα οποία αποτελείται.



Σχέδιο pre-test της μαθήτριας 8:
Μοντέλο με κέντρο τον Δία



Σχέδιο post-test της μαθήτριας 8:
Ηλιοκεντρικό μοντέλο πλήρες/μη σωστό