



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιον Αθηνών

Σχολή Επιστημών της Αγωγής

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Κατεύθυνση «Φυσικές Επιστήμες Στην
Εκπαίδευση»

Διπλωματική Εργασία:

Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και μαθητριών της Ε' και Στ' τάξης Δημοτικού
για το κατά πόσον η Σελήνη είναι αυτόφωτο ή ετερόφωτο σώμα, καθώς και των
πιθανών παραγόντων που τις επηρεάζουν

Επιμέλεια:

Νεοφώτιστος Ρήγας

A.M.: 217406

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Χαλκιά Κρυσταλλία

Τριμελής Επιτροπή Εξέτασης:

Χαλκιά Κρυσταλλία (επιβλέπουσα)

Ομότιμη Καθηγήτρια, Π.Τ.Δ.Ε. του Ε.Κ.Π.Α

Γαλάνη Αποστολία

Επίκουρη Καθηγήτρια Διδακτικής της Γεωγραφίας, Π.Τ.Δ.Ε του Ε.Κ.Π.Α.

Μαυρικάκη Ευαγγελία

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιολογίας και Αγωγής Υγείας, Π.Τ.Δ.Ε του Ε.Κ.Π.Α.

Αθήνα, 2020

Γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και μαθητριών της Ε' και Στ' τάξης Δημοτικού για το κατά πόσον η Σελήνη είναι αυτόφωτο ή ετερόφωτο σώμα, καθώς και των πιθανών παραγόντων που τις επηρεάζουν» 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. Η εργασία εκφράζει τις θέσεις και τις απόψεις του συγγραφέα και όχι του πανεπιστημίου.

Ο ΔΗΛΩΝ

ΝΕΟΦΩΤΙΣΤΟΣ ΡΗΓΑΣ

Στη γιαγιά μου Φωτεινή

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Χαλκιά Κρυσταλλία για την καθοδήγησή της σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Η διαμόρφωση των ερωτημάτων της έρευνας, η οργάνωση και η διεκπεραίωσή της, η ταξινόμηση και η ανάλυση των δεδομένων δε θα ήταν εφικτά χωρίς την μεθοδική καθοδήγησή της. Θα ήθελα επίσης να την ευχαριστήσω για τις γνώσεις που με βοήθησε να αποκτήσω σε επίπεδο διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον κ. Ι. Σταράκη, Ε.ΔΙ.Π. στο Τ.Ε.Α.Π.Η Αθήνας, για το γεγονός ότι ήταν πρόθυμος να με βοηθήσει από την πρώτη στιγμή μέχρι και την τελευταία ημέρα. Χωρίς την ουσιαστική κριτική του και τη στήριξη που προσέφερε όποτε ήταν επιτακτικό και αναγκαίο, η εργασία δε θα εξελισσόταν με τον ίδιο τρόπο.

Ευχαριστώ επίσης τις καθηγήτριες κ. Ε. Μαυρικάκη και κ. Γαλάνη, μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, αφενός για τις συμβουλές σε θέματα μεθοδολογίας της επιστημονικής έρευνας και αφετέρου για τις γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των Μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Ευχαριστώ θερμά όλα τα Δημοτικά σχολεία τα οποία δέχτηκαν να μοιράσουμε ερωτηματολόγια. Θα ήθελα να εκφράσω ιδιαίτερη εκτίμηση τόσο στους διευθυντές όσο και στους/στις συναδέλφους εκπαιδευτικούς των σχολείων στα οποία έλαβε χώρα η έρευνα. Ευχαριστώ επίσης την εταιρεία Ampersand Learning & Technology για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε για τη διαμόρφωση του δείγματος και από μαθητές/τριες από το χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους και όλες τους/τις μαθητές και μαθήτριες που με τόσο ενθουσιασμό απάντησαν στα ερωτηματολόγια. Η βοήθειά τους ήταν ανεκτίμητη.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περιεχόμενα.....	4
Περίληψη – Abstract.....	6-7
Εισαγωγή.....	8

ΜΕΡΟΣ Α: Θεωρία

Κεφάλαιο 1: Αστρονομικές έννοιες που μελετώνται στην έρευνα.....	9
Εισαγωγή.....	9
1.1 Σχετικές κινήσεις των σωμάτων Ήλιος, Γη και Σελήνη.....	10
1.2 Οι φάσεις της Σελήνης.....	13
1.3 Σελήνη και Οπτική.....	14
Σύνδεση με το επόμενο κεφάλαιο.....	17
Κεφάλαιο 2: Διδακτική της Αστρονομίας.....	18
Εισαγωγή.....	18
2.1 Η αστρονομία στο Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού.....	19
2.2 Η σημασία της διδασκαλίας της αστρονομίας στο Δημοτικό.....	22
2.3 Εναλλακτικές ιδέες και αστρονομία στο Δημοτικό.....	24
2.3.1 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης.....	26
2.3.2 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη.....	28
2.3.3 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για βασικές έννοιες της οπτικής.....	32
2.4 Κριτήρια επιλογής του θέματος της έρευνας και ανασκόπηση ερευνών σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.....	36

ΜΕΡΟΣ Β: Έρευνα

Κεφάλαιο 3: Διερεύνηση εναλλακτικών ιδεών.....	41
Εισαγωγή.....	41
3.1 Ερευνητικά ερωτήματα.....	42
3.2 Δείγμα.....	42
3.3 Εργαλείο της έρευνας.....	44
3.4 Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.....	45
3.5 Συλλογή των δεδομένων.....	50
3.6 Συγκριτική ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών από το δείγμα STEM και από το δείγμα γενικού πληθυσμού.....	51
3.6.1 Ερωτήσεις 1 και 1Α.....	53
3.6.2 Ερώτηση 2.....	66
3.6.3 Ερωτήσεις 3 και 4.....	76
3.6.4 Ερώτηση 5.....	84
3.6.5 Ερώτηση 6.....	92
3.6.6 Ερώτηση 7.....	95
3.6.7 Συμπεράσματα.....	102
3.7 Συγκριτική ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού.....	113
3.7.1 Ερωτήσεις 1 και 1Α.....	115
3.7.2 Ερώτηση 2.....	123
3.7.3 Ερωτήσεις 3 και 4.....	128
3.7.4 Ερώτηση 5.....	132
3.7.5 Ερωτήσεις 6 και 7.....	136
3.7.5.1 Ερώτηση 6.....	136
3.7.5.2 Ερώτηση 7.....	136
3.7.6 Συμπεράσματα.....	143
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα – προτάσεις.....	148
4.1 Συμπεράσματα.....	148
4.2 Προτάσεις και προεκτάσεις της έρευνας.....	149
Βιβλιογραφία.....	151
Παράρτημα.....	160

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα αφορά στην διερεύνηση εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών του Δημοτικού Σχολείου σχετικά με το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτο ή ετερόφωτο σώμα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με χρήση ερωτηματολογίου ανοιχτού τύπου το οποίο συμπλήρωσαν συνολικά 176 μαθητές/τριες της Ε' και Στ' τάξης. Από αυτούς/ές, οι 82 παρακολουθούσαν μαθήματα STEM και προέρχονταν από 11 δημόσια σχολεία της Αθήνας και του Πειραιά. Οι υπόλοιποι/ες 94 προέρχονταν από τον γενικό πληθυσμό 4 δημόσιων σχολείων των ίδιων περιοχών. Συνολικά, 131 (74,4%) μαθητές/τριες υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ενώ 45 (25,6%) μαθητές/τριες ότι είναι αυτόφωτη. Η ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων, έδειξε ότι υπάρχουν υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες οι οποίες επηρεάζουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Επιπλέον, η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων έδειξε ότι α) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του δείγματος STEM και του δείγματος του γενικού πληθυσμού αλλά ότι β) υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' τάξης.

Λέξεις – κλειδιά:

Σελήνη, Ήλιος, Γη, ανάκλαση φωτεινών ακτίνων, αυτόφωτο σώμα, ετερόφωτο σώμα, εναλλακτικές ιδέες

Abstract

The present research examines alternative ideas of students at primary school regarding the self or hetero luminosity of the Moon. The research was carried out using an open-ended questionnaire filled out by 176 students of the 5th and 6th grade. Of those students, 82 were participating in extra curriculum STEM classes and were selected from 11 public schools and the rest 94 belonged to the general population and were selected from 4 public schools. All selected schools were in the area of Athens and Piraeus. In total 131 (74,4%) students supported hetero luminosity of the Moon and 45 (25,6%) students supported self-luminosity. Qualitative analysis of the data revealed the existence of subjective alternative ideas that affect the supporters of self-luminosity. Furthermore, after quantitative analysis a) No significant difference was observed in the answers between the general population and STEM samples b) There was a significant difference in the answers in relation to the students' class.

Key - words:

Moon, Sun, Earth, light reflection, self – luminous object, hetero luminous object, alternative ideas

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται σε δύο μεγάλα τμήματα, το θεωρητικό μέρος και την έρευνα. Το θεωρητικό μέρος αποτελείται από δύο κεφάλαια τα οποία πραγματεύονται έννοιες και ζητήματα που σχετίζονται με το περιεχόμενο της έρευνας. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της, έχει ως βασικό σκοπό να εντοπίσει κατά πόσο οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν την εναλλακτική ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτο σώμα. Σε δεύτερο στάδιο, γίνεται προσπάθεια να εντοπιστεί αφενός σε ποιες υποκείμενες ιδέες οφείλεται η άποψη αυτή και αφετέρου ποιες είναι οι αιτίες οι οποίες οδηγούν τους/τις μαθητές/τριες να υποστηρίξουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Αναλυτικότερα, στο **πρώτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται η παρουσίαση των καταγεγραμμένων επιστημονικών γνώσεων για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, τις φάσεις της Σελήνης και βασικές έννοιες από το πεδίο της οπτικής.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** του θεωρητικού μέρους προσεγγίζονται σημαντικά ζητήματα τα οποία αφορούν τη Διδακτική της αστρονομίας. Αναλύονται αφενός, τα οφέλη της ένταξης της αστρονομίας στην εκπαίδευση και αφετέρου το πώς οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν εναλλακτικές ιδέες για θέματα αστρονομίας. Στο πλαίσιο αυτό, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των καταγεγραμμένων εναλλακτικών ιδεών τους για τις έννοιες οι οποίες αναφέρονται στο πρώτο κεφάλαιο. Το κεφάλαιο κλείνει με την τεκμηρίωση του θέματος της έρευνας, μέσα από την παρουσίαση των ερευνών οι οποίες σχετίζονται άμεσα με αυτό.

Το ερευνητικό μέρος αποτελείται επίσης από δύο διακριτά τμήματα. Στο πρώτο τμήμα και **τρίτο κεφάλαιο** της εργασίας, πραγματοποιείται πρώτα η συγκριτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες παρακολουθούν μαθήματα STEM με εκείνων του γενικού πληθυσμού. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται αντίστοιχη συγκριτική ανάλυση των απαντήσεών τους ανάλογα με το εάν φοιτούν στην Ε' ή στη Στ' Δημοτικού.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα της έρευνας και προτείνονται νέα ερευνητικά ερωτήματα.

ΜΕΡΟΣ Α: Θεωρία

Κεφάλαιο 1: Αστρονομικές έννοιες που μελετώνται στην έρευνα

Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους θα αναλυθούν κάποια βασικά αστρονομικά φαινόμενα στα οποία γίνεται συχνή αναφορά, με σκοπό να γίνει περισσότερο κατανοητός ο σκοπός της έρευνας αλλά και το περιεχόμενο των ερωτήσεων από το ερωτηματολόγιο. Συγκεκριμένα, θα γίνει προσπάθεια να αναπτυχθούν οι εξής έννοιες:

A) Οι σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη.

B) Οι φάσεις της Σελήνης.

Γ) Το πώς η Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα γίνεται ορατή.

Σύμφωνα με τη σύγχρονη βιβλιογραφία, η γνώση των σχετικών κινήσεων της Γης, της Σελήνης και του Ηλίου, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεών τους, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κατανόηση βασικών αστρονομικών εννοιών. Η εναλλαγή μέρας και νύχτας, η διαδοχή των εποχών, οι φάσεις της Σελήνης, οι εκλείψεις, είναι φαινόμενα τα οποία προκύπτουν μέσα από τις αλληλεπιδράσεις των τριών ουρανίων σωμάτων (Taylor et. al 2003, Plummer et. al. 2011 ό.α. στο Σταράκης 2014: 10 και Σταράκης & Χαλκιά 2018: 741, Treagust & Smith 1989).

Για την πλήρη κατανόηση των φαινομένων αυτών, προϋπόθεση αποτελεί και η κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών της οπτικής. Τα χαρακτηριστικά του φωτός και ο τρόπος διάδοσής του στο χώρο, η ανάκλαση των ακτίνων και το πώς τα αντικείμενα γίνονται ορατά, σχετίζονται απόλυτα με τον τρόπο τον οποίο βλέπουμε και αντιλαμβανόμαστε τα αστρονομικά φαινόμενα (Barnett & Morran 2002, Χαλκιά 2006, Sherrod & Wilhelm 2009).

1.1 Σχετικές κινήσεις των σωμάτων Ήλιος, Γη και Σελήνη

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται οι σχετικές κινήσεις που εκτελούν τρία ουράνια σώματα τα οποία ανήκουν στο ηλιακό μας σύστημα. Συγκεκριμένα, θα γίνει λόγος για τον Ήλιο (αστέρι), τη Γη (πλανήτης) και τη Σελήνη (δορυφόρος).

Ένα αστέρι, ο Ήλιος, βρίσκεται στο κέντρο του Ηλιακού του συστήματος και καθώς οι πλανήτες κινούνται γύρω από αυτό, η θέση του είναι φαινομενικά σταθερή. Ωστόσο, κινείται γύρω από το κέντρο του Γαλαξία και γύρω από τον εαυτό του.

Όλοι οι πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος εκτελούν ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο και ο χρόνος που χρειάζονται για να την ολοκληρώσουν, ονομάζεται έτος του πλανήτη. Για τους περισσότερους πλανήτες, η τροχιά αυτή έχει κοινή φορά. Επίσης, οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον άξονά τους, μία νοητή γραμμή η οποία ξεκινάει από τον ένα πόλο και φτάνει στον άλλο. Ο χρόνος που χρειάζονται για να εκτελέσουν αυτήν την κίνηση, ονομάζεται χρόνος περιστροφής και αντιστοιχεί στη διάρκεια μίας ημέρας και μίας νύχτας (Χαλκιά 2006: 175). Τέλος, οι περισσότεροι πλανήτες έχουν δορυφόρους π.χ. Σελήνη. Οι δορυφόροι κινούνται τόσο γύρω από τον άξονά τους όσο και γύρω από τον πλανήτη τους.

Οι κινήσεις της Σελήνης

Η Σελήνη, ως ο μοναδικός δορυφόρος του πλανήτη Γη, περιφέρεται γύρω από αυτόν. Σε σχέση με τα παρατηρούμενα αστέρια στον ουράνιο θόλο, εκτελεί μία πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη σε περίπου 27 ημέρες (αστρικός μήνας). (Bennett et. al. 2012: 42) Η συγκεκριμένη κίνηση της Σελήνης οφείλεται στην αλληλεπίδραση δύο παραγόντων:

A) Στην αδράνεια, η οποία κάνει τη Σελήνη να κινείται ευθύγραμμα ομαλά και να απομακρύνεται από τη Γη.

B) Στην βαρύτητα της Γης, η οποία αναγκάζει τη Σελήνη να πλησιάσει προς τη Γη.

Η ταυτόχρονη αλληλεπίδραση των δύο αυτών δυνάμεων έχει ως αποτέλεσμα η Σελήνη να μην συγκρούεται ποτέ με τη Γη αλλά και να μην μπορεί να συνεχίσει να κινείται ευθύγραμμα ομαλά στο χώρο. Επομένως, περιφέρεται γύρω της με ελαφρώς ελλειπτική τροχιά.

Ελλειπτική τροχιά σημαίνει ότι η Σελήνη, κατά τη διάρκεια της περιφοράς της γύρω από τη Γη, δεν έχει σταθερή απόσταση από εκείνη. Το πιο απόμακρο σημείο της τροχιάς της ονομάζεται απόγειο και το πλησιέστερο περίγειο. Η απόσταση Σελήνης – Γης για το κάθε σημείο είναι περίπου 400.000 χιλιόμετρα και 360.000 χιλιόμετρα αντίστοιχα.

Επιπλέον, η Σελήνη χρειάζεται 29,5 μέρες για να εμφανιστεί με όλες τις φάσεις της (από μία Νέα Σελήνη στην επόμενη) το οποίο αποτελεί τον σεληνιακό μήνα. Η διαφορά των δύο ημερών από τον αστρικό μήνα, οφείλεται στο ότι η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη και ταυτόχρονα η Γη γύρω από τον Ήλιο.

Τέλος, η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τον νοητό της άξονα μία φορά μέσα σε έναν ημερολογιακό μήνα, όσες μέρες δηλαδή χρειάζεται για ολοκληρωθεί ο σεληνιακός μήνας (29,5 μέρες). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σύγχρονη περιστροφή και σε αυτό οφείλεται το γεγονός ότι βλέπουμε πάντα το ίδιο (σχεδόν) τμήμα της επιφάνειας της Σελήνης (Χαλκιά 2006: 259-262, Bennett et. al. 2012: 103).

Οι κινήσεις της Γης

Ο πλανήτης Γη εκτελεί ελλειπτική τροχιά γύρω από το αστέρι του, τον Ήλιο. Η Γη εκτελεί μία πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο σε περίπου 365 μέρες, το οποίο αντιστοιχεί σε ένα ημερολογιακό έτος. Όπως αναφέρθηκε ήδη, η ταυτόχρονη επίδραση της βαρύτητας που ασκεί ο Ήλιος στη Γη και της αδράνειας του πλανήτη ο οποίος κινείται ήδη, έχουν ως αποτέλεσμα η Γη να μην απομακρυνθεί από το Ηλιακό Σύστημα αλλά και να μην «πέσει» πάνω στον Ήλιο. Με άλλα λόγια, να κινείται σε σχεδόν κυκλική τροχιά γύρω του. Το πιο κοντινό σημείο της τροχιάς της στον Ήλιο (περιήλιο) βρίσκεται στα 147,1 εκατομμύρια χιλιόμετρα ενώ το πιο μακρινό της (αφήλιο) στα 152,1 εκατομμύρια χιλιόμετρα. Να σημειωθεί ότι ο μέσος όρος της απόστασης Ηλίου – Γης ο οποίος ισοδυναμεί με 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα, αντιστοιχεί σε μία αστρονομική μονάδα (AU). Με τις αστρονομικές μονάδες μετράμε τις αποστάσεις στο σύμπαν (Bennett et. al. 2012: 14 - 15).

Ταυτόχρονα, η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, σε περίπου 24 ώρες, χρόνος ο οποίος αντιστοιχεί στη διάρκεια μίας ημέρας. Ο άξονας της Γης αντιστοιχεί σε μία νοητή γραμμή η οποία διαπερνάει τους δύο πόλους της.

Πιο συγκεκριμένα, *ημέρα* της Γης είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται από τη στιγμή που ο Ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο της τροχιάς του (μεσημέρι) μέχρι το ακριβώς επόμενο. Επίσης, να διευκρινιστεί ότι στη διάρκεια μίας *ημέρας*, κάθε μέρος πάνω στη Γη έχει ένα χρονικό διάστημα μέρας και ένα χρονικό διάστημα νύχτας (Χαλκιά 2006: 175, 359-362).

Σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη

Σύμφωνα με τον Σταράκη (2014) κάποιες από τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη με σημείο αναφορά τον ακίνητο παρατηρητή από τη Γη είναι:

A) Η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της.

B) Η περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη.

Γ) Η περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Αναφερόμαστε στις σχετικές κινήσεις των τριών σωμάτων καθώς αποτελούν τη βασική προϋπόθεση για την κατανόηση βασικών αστρονομικών φαινομένων τα οποία προκύπτουν από τη δυναμική του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη (Χαλκιά 2006: 120-121, Σταράκης 2014: 10-13):

- 1) Φάσεις της Σελήνης.
- 2) Εναλλαγή μέρας και νύχτας.
- 3) Εκλείψεις (Ηλίου και Σελήνης).
- 4) Εναλλαγή των εποχών.
- 5) Φαινόμενη κίνηση του Ηλίου και της Σελήνης και των άστρων σε σχέση με τον ακίνητο παρατηρητή πάνω στη Γη.
- 6) Παλίρροιες
- 7) Μεταβολή στο μήκος της ημέρας σε ένα γεωγραφικό τόπο κατά τη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους.
- 8) Διαφορά στο μήκος της ημέρας σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη κατά την ίδια ημερομηνία.

Μετά την παρουσίαση των κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τη διδασκαλία βασικών εννοιών αστρονομίας, γεννάται το παρακάτω ερώτημα, το οποίο θα γίνει προσπάθεια να απαντηθεί κατά την ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων:

«Η κατανόηση των σχετικών κινήσεων Ηλίου, Γης, Σελήνης αποτελεί προϋπόθεση ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα;»

1.2 Οι φάσεις της Σελήνης

Αναφερόμαστε στις φάσεις της Σελήνης καθώς αποτελούν ένα από τα αστρονομικά φαινόμενα για τα οποία θα διερευνηθεί: α) ποιες είναι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες συμμετέχουν στην έρευνα και β) εάν σχετίζονται με την άποψη τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη.

Όπως συμβαίνει με όλα τα σώματα του ηλιακού συστήματος (εκτός του Ηλίου) η μία πλευρά της Σελήνης φωτίζεται από τον Ήλιο και έχει μέρα ενώ η άλλη δεν φωτίζεται και έχει σκοτάδι (Consolmagno & Davis 2000: 12, Χαλκιά 2006). Η Σελήνη χρειάζεται περίπου το ίδιο χρονικό διάστημα για να εκτελέσει μία περιστροφή γύρω από τον άξονά της και μία πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη. Ως αποτέλεσμα, βλέπουμε πάντοτε μία συγκεκριμένη πλευρά της (Χαλκιά 2006: 266).

Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της τροχιάς της γύρω από τη Γη, βλέπουμε διαφορετικά τμήματα από την επιφάνεια της Σελήνης η οποία φωτίζεται, τα οποία αντιστοιχούν στις φάσεις της Σελήνης. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη και πραγματοποιείται στη διάρκεια ενός σεληνιακού μήνα, δηλαδή μέσα σε 29,5 ημέρες, διάστημα το οποίο η Σελήνη χρειάζεται για να εκτελέσει μία πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη.

Καθώς η Σελήνη εκτελεί την τροχιά της γύρω από τη Γη, εμφανίζεται με οκτώ διαδοχικές φάσεις οι οποίες αναφέρονται παρακάτω (Consolmagno & Davis 2000: 12-25, Bennett et. al. 2012: 42-43, Χαλκιά 2006: 267-269, Αλεξανδροπούλου 2018: 19-22, Sharp 2020):

- 1) *Νέα Σελήνη*: Η Σελήνη βρίσκεται ανάμεσα στη Γη και τον Ήλιο, με αποτέλεσμα η σκοτεινή πλευρά της η οποία δεν δέχεται φως να είναι στραμμένη προς τη Γη. Στη φάση αυτή δεν μπορούμε να δούμε το τμήμα το οποίο ανακλά το φως του Ήλιου.
- 2) *Αύξουσα φάση (Φέξη) - Μηνίσκος*: Τις επόμενες ημέρες, καθώς η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη, ένα μικρό τμήμα της επιφάνειάς της η οποία φωτίζεται γίνεται ορατό. Το τμήμα αυτό ονομάζεται Μηνίσκος.

- 3) *Πρώτο Τέταρτο*: Η φάση αυτή εμφανίζεται σχεδόν μία εβδομάδα μετά τη Νέα Σελήνη. Πλέον, από τη Γη είναι ορατό το μισό κομμάτι της φωτισμένης επιφάνειας της Σελήνης. Ονομάζεται «Πρώτο Τέταρτο», καθώς η Σελήνη έχει διανύσει το ένα τέταρτο της περιφοράς της γύρω από τη Γη (με αφετηρία τη Νέα Σελήνη).
- 4) *Αύξουσα φάση (Φέξη) - Γεμάτη Ημισέληνος*: Το ορατό τμήμα της φωτισμένης πλευράς, είναι πλέον διακριτά περισσότερο από το μισό.
- 5) *Πανσέληνος*: Η Γη βρίσκεται ανάμεσα στον Ήλιο και τη Σελήνη με αποτέλεσμα όλη η πλευρά της Σελήνης η οποία φωτίζεται να είναι ορατή. Η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη δεν ταυτίζεται με την τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο, διαφορετικά το φαινόμενο της έκλειψης της Σελήνης θα συνέβαινε κάθε μήνα. Η Πανσέληνος εμφανίζεται περίπου δύο εβδομάδες μετά τη Νέα Σελήνη.
- 6) *Φθίνουσα Φάση (Χάση)- Γεμάτη Ημισέληνος*: Για άλλη μία φορά, περισσότερη από τη μισή επιφάνεια της Σελήνης φαίνεται φωτισμένη. Ωστόσο, η πορεία πλέον είναι αντίστροφη. Το τμήμα της επιφάνειας της που φαίνεται, σταδιακά μειώνεται.
- 7) *Τελευταίο Τέταρτο*: Η Σελήνη βρίσκεται πλέον στο τρίτο Τέταρτο της τροχιάς της. Στο στάδιο αυτό, φαίνεται και πάλι ότι η μισή Σελήνη είναι φωτισμένη.
- 8) *Φθίνουσα Φάση (Χάση)- Μηνίσκος*: Ένα μικρό τμήμα της φωτισμένης επιφάνειας της Σελήνης (λιγότερο από το μισό) φαίνεται να δέχεται το ηλιακό φως. Το επόμενο στάδιο είναι και το αρχικό, δηλαδή η Νέα Σελήνη. Ο δορυφόρος της Γης βρίσκεται εκ νέου ανάμεσα σε αυτήν και τον Ήλιο.

1.3 Σελήνη και οπτική

Τα αντικείμενα/σώματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως «αυτόφωτα» ή «ετερόφωτα», ανάλογα με το εάν εκπέμπουν φως ή όχι. Συγκεκριμένα:

Αυτόφωτο σώμα: Έτσι ονομάζεται ένα σώμα/αντικείμενο το οποίο εκπέμπει φως, μία φωτεινή πηγή π.χ. Ήλιος, λάμπα.

Ετερόφωτο σώμα: Έτσι ονομάζεται ένα σώμα/αντικείμενο το οποίο δεν εκπέμπει φως π.χ. βιβλίο, άνθρωπος, πλανήτης (Χαλκιά 2012: 402, Αποστολάκης et al. 2006).

Βλέπουμε ένα αυτόφωτο αντικείμενο επειδή το φως το οποίο εκπέμπεται από αυτό, έρχεται απευθείας στα μάτια μας. Για να δούμε ένα ετερόφωτο αντικείμενο, το φως

ακολουθεί μία συγκεκριμένη πορεία. Οι ακτίνες εκπέμπονται από τη φωτεινή πηγή, διαδίδονται στο χώρο και ένα μέρος τους επανεκπέμπεται από τα ετερόφωτα αντικείμενα το οποίο πέφτει τυχαία στα μάτια μας. Παράλληλα, ένα μέρος τους απορροφάται από τα ετερόφωτα αντικείμενα.

Ο/η παρατηρητής/τρια δεν έχει κάποιο ενεργό ρόλο στη διαδικασία αυτή. Δεν εκπέμπει φως από τα μάτια του και ούτε έχει οποιαδήποτε μορφής αλληλεπίδραση με αυτό. Όταν δηλαδή βλέπουμε ένα ετερόφωτο αντικείμενο, το φως που πέφτει τυχαία στα μάτια μας (μετά την τελευταία επανεκπομπή του από εκείνο), ερεθίζει το οπτικό μας νεύρο. Στη συνέχεια, μεταφέρονται σήματα στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου μας όπου εκεί σχηματίζεται η νοητική αναπαράσταση του αντικειμένου. Βασική υπόθεση για να ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, είναι ότι το φως ακολούθησε ευθύγραμμη πορεία από την τελευταία επανεκπομπή του. Παράλληλα, μέσω της υπόθεσης αυτής, πρέπει να ορίζονται η θέση, η απόσταση και το μέγεθος των αντικειμένων (Χαλκιά 2012: 402-403).

Όπως όλα τα σώματα/αντικείμενα, έτσι και τα ουράνια σώματα χωρίζονται σε αυτόφωτα και ετερόφωτα ανάλογα με το εάν εκπέμπουν φως ή όχι. Όσον αφορά τη Σελήνη, φαίνεται να είναι το δεύτερο φωτεινότερο σώμα στον ουρανό μετά τον Ήλιο, για κάποιον/α παρατηρητή/τρια από τη Γη. Ωστόσο, γίνεται ορατή σε εμάς επειδή, ως ετερόφωτο σώμα, επανεκπέμπει ένα μέρος του φωτός που δέχεται από τον Ήλιο και όχι επειδή εκπέμπει η ίδια φως. Αντιθέτως, τα αστέρια ως φωτεινές πηγές, στέλνουν απευθείας φως στα μάτια μας.

Επίσης, ο λόγος που φαίνεται τόσο φωτεινή κατά τη διάρκεια της νύχτας (συγκριτικά με τα υπόλοιπα παρατηρήσιμα σώματα στον ουρανό) είναι επειδή η απόσταση της από τη Γη είναι υπερβολικά μικρότερη σε σύγκριση με αυτά. Εάν βρισκόμασταν σε κάποιον άλλον πλανήτη, η Σελήνη θα ήταν δύσκολο έως αδύνατον να διακριθεί (Χαλκιά 2006: 266).

Η Σελήνη φωτίζεται συνεχώς η μισή όπως ακριβώς και η Γη (με εξαίρεση την έκλειψη της Σελήνης). Εξαιτίας όμως των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, βλέπουμε διαφορετικά τμήματα της φωτισμένης επιφάνειάς της σε διάρκεια 29,5 ημερών. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «φάσεις της Σελήνης» (βλ. κεφ. 1.2). Από την άλλη, παρόλο που η Σελήνη φωτίζεται συνεχώς η μισή, είναι δύσκολο να διακριθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας επειδή το

φως του Ηλίου είναι πολύ εντονότερο από το φως που επανεκπέμπεται από τη Σελήνη. Σε αυτό παίζει ρόλο και η ατμόσφαιρα της Γης επειδή, λόγω της σύστασής της, το φως του Ηλίου διαχέεται σε όλο το εύρος της (Χαλκιά 2006: 266).

Σύνδεση με το επόμενο κεφάλαιο

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε προσπάθεια να παρουσιαστούν οι επιστημονικές απόψεις όσον αφορά τις φάσεις της Σελήνης, τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη και το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα όπως η Σελήνη.

Μετά την προσέγγιση των εννοιών από το πεδίο της αστρονομίας και της οπτικής, οι οποίες σχετίζονται με το περιεχόμενο της έρευνας, είναι σημαντικό να καταγραφεί και να σχολιαστεί η παρουσία της αστρονομίας στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού.

Επιπλέον, πριν το πέρασμα στο ερευνητικό μέρος, είναι εξίσου σημαντικό να παρουσιαστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για τις έννοιες αυτές, όπως εντοπίζονται στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία.

Κεφάλαιο 2:

Διδακτική της Αστρονομίας

Εισαγωγή

Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας ξεκινάει με μία μικρή ιστορική αναδρομή όσον αφορά την παρουσία της αστρονομίας στο Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα. Όπως θα γίνει φανερό, η αστρονομία είναι ένας τομέας ο οποίος δεν κατέχει σημαντική θέση στην ελληνική εκπαίδευση σήμερα.

Στη συνέχεια, θα γίνει προσπάθεια να αιτιολογηθεί γιατί είναι σημαντική η διδασκαλία της στο Δημοτικό και ποια είναι τα οφέλη που προκύπτουν από αυτήν, τόσο για τους/τριες μαθητές/τριες όσο και για την εκπαιδευτική διαδικασία εν γένει. Για την τεκμηρίωση της άποψης αυτής, παρουσιάζονται έρευνες στις οποίες μελετήθηκε το εν λόγω ζήτημα.

Το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών για: α) τις φάσεις της Σελήνης, β) τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης και γ) βασικές έννοιες της οπτικής όπως το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα και την ανάκλαση των φωτεινών ακτίνων. Τέλος, θα γίνει προσπάθεια να τεκμηριωθεί βιβλιογραφικά, ο σκοπός και το περιεχόμενο της έρευνας.

2.1 Η Αστρονομία στο Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού

Η ραγδαία εξέλιξη της διαστημική τεχνολογίας το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα συνέβαλε στην πραγματοποίηση δεκάδων αποστολών πέρα από τα όρια του πλανήτη μας. Ξεκινώντας από την πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια επανδρωμένης πτήσης να «μπει» σε τροχιά γύρω από τη Γη, ακολούθησε η πρώτη επιτυχημένη προσελήνωση (Πυργιωτάκης 2011 ό.α. στο Καράπαππα 2018: 26-27).

Τα επόμενα χρόνια ακολούθησαν μεταξύ άλλων η κατασκευή του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού και οι δεκάδες μη επανδρωμένες αποστολές με σκοπό την εξερεύνηση των πλανητών του Ηλιακού μας Συστήματος αλλά και των δορυφόρων τους (Riddle 2018). Τα επιτεύγματα της διαστημικής τεχνολογίας είναι πολύ περισσότερα αλλά λόγω της φύσης της εργασίας δε θα αναλυθούν περαιτέρω.

Ως συνεπακόλουθο των παραπάνω, η αστρονομία συμπεριλαμβάνεται ως διδακτικό αντικείμενο εδώ και δεκαετίες στο αναλυτικό πρόγραμμα πολλών χωρών της Ευρώπης αλλά και των Η.Π.Α, κυρίως στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Όπως είναι επόμενο, η διδασκαλία της παρουσιάζει μεγάλες διαφορές από τη μία χώρα στην άλλη (Πυργιωτάκης 2011 ό.α. στο Καράπαππα 2018: 26-27, Gouguenheim, McNally & Percy 1998).

Όσον αφορά το Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα για την Πρωτοβάθμια και την Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η αστρονομία έκανε την πρώτη της εμφάνιση ως υποχρεωτικό μάθημα το 1964, στην τελευταία τάξη του του εξατάξιου Γυμνασίου και με τον τίτλο «Κοσμογραφία». Αργότερα, μετονομάστηκε σε «Στοιχεία Αστρονομίας και Διαστημικής», τίτλος ο οποίος διατηρήθηκε μέχρι και το 2013 όπου καταργήθηκε από το αναλυτικό πρόγραμμα (Λακάσας 2018). Τα τελευταία χρόνια πριν την αφαίρεση της από το αναλυτικό πρόγραμμα, διδασκόταν ως μάθημα επιλογής στη Β' Τάξη του Γενικού Λυκείου.

Σήμερα, όσον αφορά συγκεκριμένα το αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού Σχολείου, δεν υπάρχει αυτούσιο μάθημα αστρονομίας. Ωστόσο, σε κάποια διδακτικά αντικείμενα υπάρχουν συγκεκριμένες ενότητες οι οποίες σχετίζονται με έννοιες της αστρονομίας. Τα εν λόγω διδακτικά αντικείμενα είναι η Μελέτη Περιβάλλοντος, η Γεωγραφία και Φυσική. Αναλυτικότερα, η διδασκαλία εννοιών της αστρονομίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, πραγματοποιείται στις εξής περιπτώσεις:

1) Μελέτη Περιβάλλοντος της Α' Δημοτικού, στη θεματική ενότητα «Ο χρόνος», στην ενότητα 2 «Ο Ήλιος και η Ζωή μας».

Στο πρώτο κεφάλαιο της ενότητας, οι διδακτικοί στόχοι οι οποίοι σχετίζονται με την αστρονομία είναι οι μαθητές να: α) Συνδέσουν τις θέσεις του Ηλίου στον ουρανό με απλές έννοιες του χρόνου (πρωί, μεσημέρι, βράδυ, μέρα, νύχτα) και β) να συσχετίσουν την εναλλαγή της μέρας και της νύχτας με συνήθειες δραστηριότητες και ασχολίες και να κατανοήσουν την αλληλεπίδραση ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της ενότητας οι διδακτικοί στόχοι είναι οι μαθητές/τριες να: α) Συνειδητοποιήσουν ότι ο Ήλιος είναι πηγή ζωής και β) αντιληφθούν την ανάγκη προστασίας από την Ηλιακή ακτινοβολία (Πλακίστη, Κοντογιάννη, Σπυράτου, Μανώλη, Μπάλλα, Σταράκης χ.χ.: 50- 52).

2) Φυσικά της Ε' Δημοτικού (βιβλίο Μαθητή), στην ενότητα «Φως».

Στη συγκεκριμένη ενότητα δεν υπάρχουν ξεκάθαροι διδακτικοί στόχοι οι οποίοι σχετίζονται με έννοιες της αστρονομίας. Ωστόσο, στην εισαγωγή και στις διάφορες υποενότητες, υπάρχουν παραθέματα με αναφορές στις εξής έννοιες:

α) Στην εισαγωγή της ενότητας γίνεται αναφορά στις έννοιες «αστέρι», «πλανήτης», «δορυφόρος», «αυτόφωτο σώμα» και «ετερόφωτο σώμα»,

β) Στην υποενότητα «Διάδοση του Φωτός» γίνεται αναφορά στην ταχύτητα του φωτός και την απόσταση που διανύει για να φτάσει από τη Σελήνη στη Γη αλλά και από τον Ήλιο στη Γη,

γ) Στην υποενότητα «Φως και υλικά σώματα» γίνεται σύντομη αναφορά στο φαινόμενο της έκλειψης Ηλίου και Σελήνης αλλά και στον χρόνο που χρειάζεται η Σελήνη για να πραγματοποιήσει μια πλήρη περιφορά γύρω από την Γη,

δ) Στην υποενότητα «Ανάκλαση, Διάχυση και Απορρόφηση του φωτός» γίνεται σύντομη αναφορά στις μαύρες τρύπες (Αποστολάκης et al., 2006).

3) Γεωγραφία της Στ' Δημοτικού, στην ενότητα «Η Γη στο διάστημα».

Η ενότητα αυτή χωρίζεται με τη σειρά της σε υποενότητες. Οι διδακτικοί στόχοι για την καθεμία είναι:

α) Υποενότητα «Το σχήμα και οι κινήσεις της Γης». Σκοπός είναι οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν ότι η Γη κινείται και ποιες κινήσεις πραγματοποιεί και να αντιληφθούν το σχήμα της,

β) Υποενότητα «Ο άξονας και η περιστροφή της Γης – Ημέρα και νύχτα». Σκοπός είναι οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν την εμφάνιση της ημέρας και της νύχτας και να συσχετίσουν την περιστροφή της Γης με την εναλλαγή ημέρας και νύχτας,

γ) Υποενότητα «Η περιφορά της Γης – Οι εποχές». Σκοπός είναι οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν την εμφάνιση των εποχών και να συσχετίσουν την περιφορά της Γης με τη δημιουργία των εποχών,

δ) Υποενότητα «Το Ηλιακό μας Σύστημα». Σκοπός είναι οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν την έννοια του Ηλιακού μας Συστήματος, να γνωρίσουν τους πλανήτες που ανήκουν σε αυτό και να μάθουν να εντοπίζουν τη θέση της Γης σε αυτό (Κουτσόπουλος, Σωτηράκου, Ταστσόγλου, Ζωγόγιαννης 2013).

Όσον αφορά την Α' Δημοτικού, η διδασκαλία εννοιών της αστρονομίας πραγματοποιείται σε περιορισμένο διδακτικό χρόνο καθώς αφιερώνονται συνήθως μία ή δύο διδακτικές ώρες.

Στην Ε' Δημοτικού, οι αναφορές σε έννοιες της αστρονομίας δε συμπεριλαμβάνονται στους γνωστικούς στόχους της κάθε υποενότητας και ως εκ τούτου η διδασκαλία τους δε μπορεί να θεωρηθεί ολοκληρωμένη. Επιπλέον, οι μαθητές/τριες έρχονται σε επαφή με σύνθετα φαινόμενα, όπως οι φάσεις της Σελήνης και οι εκλείψεις, χωρίς να έχουν διδαχθεί τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης, γνώσεις οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση των φαινομένων αυτών (Treagust & Smith 1989, Barnett & Morran 2002, Χαλκιά 2006, Sherrod & Wilhelm 2009, Plummer et. al. 2011, Σταράκης 2014).

Στη Στ' Δημοτικού πραγματοποιείται η πληρέστερη προσέγγιση βασικών εννοιών της αστρονομίας καθώς πραγματοποιείται μέσα από δομημένη διδακτική ακολουθία. Οι μαθητές/τριες, αφού μελετήσουν τις κινήσεις της Γης, μαθαίνουν αφενός για φαινόμενα τα οποία σχετίζονται άμεσα με αυτές, όπως η εναλλαγή μέρας – νύχτας και των εποχών και αφετέρου για το Ηλιακό Σύστημα.

Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, η διδασκαλία μίας μόνο ολοκληρωμένης ενότητας η οποία αφορά έννοιες της αστρονομίας, δε μπορεί να

θεωρηθεί αρκετή ώστε οι μαθητές/τριες να τις κατακτήσουν. Ταυτόχρονα, ο διδακτικός χρόνος που αφιερώνεται και στις τρεις τάξεις είναι πολύ περιορισμένος ενώ η μετάβαση από τη μία έννοια στην άλλη είναι τις περισσότερες φορές ασύνδετη και δεν πραγματοποιείται σύμφωνα με μία διδακτική ακολουθία.

Στα επόμενα κεφάλαια, γίνεται προσπάθεια αφενός να τεκμηριωθούν βιβλιογραφικά τα οφέλη που προσφέρει στην εκπαιδευτική διαδικασία η διδασκαλία της αστρονομίας και αφετέρου η σημασία διεξαγωγής ερευνών στο πεδίο της Διδακτικής της αστρονομίας.

2.2 Η σημασία της διδασκαλίας της αστρονομίας στο Δημοτικό

Η αστρονομία δεσπόζει σε σημαντικούς τομείς της ανθρώπινης ζωής, του πολιτισμού και της κουλτούρας από τους πρώιμους λαούς μέχρι σήμερα. Οι διάφοροι πολιτισμοί ξεκίνησαν να παρατηρούν τον ουρανό με σκοπό να ερμηνεύσουν διάφορα φαινόμενα όπως η εναλλαγή μέρας – νύχτας και η εναλλαγή των εποχών, να πλοηγηθούν, να μετρήσουν το χρόνο (Rosenberg, Russo et al. 2013), ενώ το ημερολόγιο που χρησιμοποιούμε σήμερα έχει δομηθεί με βάση τις μακροχρόνιες παρατηρήσεις των ουράνιων σωμάτων (Percy 2006: 249).

Στην πορεία, η αστρονομία συνέβαλε όχι μόνο στη βελτίωση διάφορων πτυχών της καθημερινότητας αλλά και στην εξέλιξη των επιστημών π.χ. μετάβαση από το γεωκεντρικό στο ηλιοκεντρικό σύστημα (Fabian 2010: 26). Χαρακτηριστικό παράδειγμα της εποχής μας αποτελεί η εξέλιξη της διαστημικής τεχνολογίας, η οποία οδήγησε στην πραγματοποίηση δεκάδων αποστολών για την εξερεύνηση του Ηλιακού μας Συστήματος.

Η επιρροή της επεκτείνεται και στην επιστημολογία, αναζητώντας απαντήσεις σε θεμελιώδη ερωτήματα όπως «Πότε δημιουργήθηκε το σύμπαν;», «Υπάρχει ζωή εκτός του πλανήτη Γη;», «Ποια είναι η θέση του ανθρώπου σε αυτό;». Με άλλα λόγια, μέσω της αστρονομίας ο άνθρωπος μπορεί να αναζητήσει τις κοσμικές του καταβολές και τη θέση του στο χώρο και το χρόνο. Μπορεί παράλληλα μέσω αυτής, να ξεδιπλώσει την περιέργεια, τη φαντασία και την επιθυμία του για ανακάλυψη (Percy 2006: 249).

Ωστόσο, παρά την ραγδαία ανάπτυξη της αστρονομίας ως τομέας επιστημονικών ανακαλύψεων και καινοτομίας, αλλά και τη συμβολή της στην εξέλιξη άλλων επιστημονικών τομέων, η διδασκαλία της στο Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού είναι περιορισμένη (βλ. κεφ. 2.1). Τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει όμως στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι απεριόριστα.

Αρχικά, δίνει τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/τριες να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους αλλά και σημαντικές δεξιότητες που συμβαδίζουν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, όπως η καταγραφή και ερμηνεία παρατηρήσεων, η ανάλυση δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων (Λεβιτάν 1995, Χρηστίδου 2008, ό.α. στο Κούτρα 2009: 12). Παράλληλα, δίνει στα παιδιά την ευκαιρία για χρήση προσομοιώσεων και μοντέλων, τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της επιστημονικής μεθοδολογίας (Percy 2006: 249).

Η διδασκαλία βασικών αστρονομικών εννοιών οδηγεί τους/τις μαθητές/τριες στο να κατανοήσουν φαινόμενα με τα οποία έρχονται καθημερινά σε επαφή, όπως η εναλλαγή μέρας – νύχτας, η εναλλαγή των εποχών, οι φάσεις της Σελήνης κ.α. και τα οποία κεντρίζουν το ενδιαφέρον τους και εξάπτουν την περιέργειά τους. Μάλιστα, ερευνητικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι η διαδικασία μάθησης είναι αποτελεσματικότερη όταν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών είναι σε υψηλό επίπεδο. Percy 2006: 250).

Έρευνες έχουν δείξει επίσης ότι, η αστρονομία είναι από τους λίγους επιστημονικούς τομείς οι οποίοι κεντρίζουν σε τόσο μεγάλο βαθμό την προσοχή των μαθητών/τριών (Sharp 1995: 10, Sharp 1996: 685, Yair, Schur & Mintz 2003: 43-44). Παράλληλα, έχει φανεί ότι μέσω της διδασκαλίας της, μπορεί να ενισχυθεί το ενδιαφέρον τους και για άλλους επιστημονικούς τομείς οι οποίοι συμπεριλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα αλλά και για την ενασχόληση με τις επιστήμες γενικότερα (Christidou 2006: 1195 - 1196, Grady et all 2004: 2-3, Sharp 1995).

Ταυτόχρονα, η σύνδεση της αστρονομίας με φαινόμενα τα οποία οι άνθρωποι βιώνουν οικουμενικά, όπως η εναλλαγή των εποχών, συμβάλει στην ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραματισμού και στην αποδοχή της επιστήμης ευρύτερα (Nelson 2008 ό.α. στο Κούτρα 2009: 12, Millar & Osborne 1998, Percy 1996 ό.α. στο Sharp & Kuerbis 2006: 124-125). Με άλλα λόγια, τα οφέλη που προκύπτουν από τη

διδασκαλία της αστρονομίας, είναι τόσο ατομικά για τον/την κάθε μαθητή/τρια όσο και κοινωνικά.

Από την άλλη, η διδασκαλία της αστρονομίας σε επίπεδο Δημοτικού είναι μία διαδικασία που επιφυλάσσει πολλές προκλήσεις. Τα ερωτήματα τα οποία πρέπει κάθε φορά να λαμβάνονται υπόψη, σχετίζονται με το ποιες είναι οι βασικές έννοιες που πρέπει να διδαχθούν από όλη τη θεματολογία της, με ποια μέθοδο και σε ποια αλληλουχία. Ταυτόχρονα, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν χαμηλή αυτοεκτίμηση στην ικανότητά τους να διδάξουν έννοιες της αστρονομίας, καθώς θεωρούν ότι οι γνώσεις για το συγκεκριμένο διδακτικό αντικείμενο είναι περιορισμένες (Sharp 1995, Yair, Schur & Mintz 2003, Gougenheim, McNally & Percy 1998: 2-4, Beck-Winchatz & Barge 2003: 121-122).

Το εκπαιδευτικό έργο γίνεται ακόμα δυσκολότερο καθώς, σύμφωνα με το μοντέλο του εποικοδομισμού, τα παιδιά έχουν ήδη προϋπάρχουσες γνώσεις πριν πάνε στο σχολείο, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως «εναλλακτικές ιδέες» (Κόμης 2004, ό.α. στο Λάππα 2008: 13). Όπως έχει προκύψει από πληθώρα ερευνών, οι οποίες παρουσιάζονται εκτεταμένα στο επόμενο κεφάλαιο, οι μαθητές/τριες του Δημοτικού, παρουσιάζουν εναλλακτικές ιδέες και σε θέματα αστρονομίας. Επομένως, κατά το σχεδιασμό της διδασκαλίας σχετικών εννοιών, πρέπει οι ιδέες αυτές να λαμβάνονται υπόψη και στη συνέχεια να αναδομούνται, με σκοπό οι μαθητές/τριες να οδηγηθούν στην επιστημονική γνώση.

Για τη μέθοδο του εποικοδομισμού θα σχολιαστούν περισσότερα στο επόμενο υποκεφάλαιο. Σε αυτό, παρουσιάζονται επίσης ποικίλες έρευνες οι οποίες έχουν ασχοληθεί με τον εντοπισμό και την αναδόμηση εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών, σχετικά με βασικές έννοιες αστρονομίας όπως η εναλλαγή μέρας – νύχτας, οι φάσεις της Σελήνης, οι εκλείψεις, οι σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης κ.α.

2.3 Εναλλακτικές ιδέες και αστρονομία στο Δημοτικό

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι μαθητές/τριες έχουν αναπτύξει εναλλακτικές ιδέες για τα διάφορα αστρονομικά φαινόμενα πριν από τη διδασκαλία τους (Trumper 2001: 1112). Με τον όρο «εναλλακτικές ιδέες» αναφερόμαστε στις ήδη σχηματισμένες

απόψεις των μαθητών/τριών πάνω σε μία έννοια η οποία σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες (Sharp, 1996: 686, Fraknoi 1996, Pfundt and Duit 1998, diSessa and Minstrell 1998, ό.α. στο Barnett & Morran 2002: 860-861). Οι απόψεις αυτές απέχουν από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη για την εκάστοτε έννοια και μπορεί να προέρχονται από τις εμπειρίες τους, το πολιτιστικό τους υπόβαθρο, τις ενδοοικογενειακές απόψεις ακόμα και από την ίδια την εκπαιδευτική διαδικασία.

Είναι γεγονός ότι, οι μαθητές/τριες έρχονται από πολύ μικρή ηλικία σε επαφή με θέματα αστρονομίας, μέσω της τηλεόρασης, του κινηματογράφου, των βιβλίων, των κόμικς, των υπολογιστών, των επισκέψεων σε μουσεία ή πλανητάρια κ.α. (Sharp, 1996: 686). Όσον αφορά την εκπαιδευτική διαδικασία, πολλές φορές τα διαγράμματα και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στα σχολικά βιβλία αποτελούν πηγή εναλλακτικών ιδεών (Sandler 1987, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 197).

Για παράδειγμα, σύμφωνα με μελέτες των Michaels & Bruce (1989), και αργότερα των Halkia & Starakis (2013), η ιδέα ότι η εναλλαγή των εποχών οφείλεται στη μεταβολή της απόστασης της Γης από τον Ήλιο, μπορεί να προκύψει από την απεικόνιση της ελλειπτικής τροχιάς της Γης στα σχολικά εγχειρίδια. Αντίστοιχα, σύμφωνα με τον Engeström (1991), τα διαγράμματα απεικόνισης των φάσεων της Σελήνης στα σχολικά βιβλία, είναι σε μεγάλο βαθμό η αιτία για την ανάπτυξη της εναλλακτικής ιδέας ότι οι φάσεις προκαλούνται από τη σκιά της Γης (Engeström 1991 ό.α. στο Lelliott & Rollnick 2010: 1786).

Τα τελευταία χρόνια, το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει σε μεγάλο βαθμό στραφεί στο πως η αστρονομία μπορεί να ενταχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σε συνδυασμό με τα όσα αναφέρθηκαν, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο πρώτα να εντοπιστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για βασικές έννοιες αστρονομίας και έπειτα να μελετηθεί το πώς αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν, ώστε να δομηθούν οι κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις για την αναδόμησή τους (Driver and Oldham 1986: 105-108, Baxter 1989). Σκοπός των παρεμβάσεων αυτών θα είναι, οι μαθητές/τριες να συνειδητοποιήσουν τις αδυναμίες των εναλλακτικών τους ιδεών και να τις αντικαταστήσουν με την επιστημονική γνώση (Gilbert & Watts 1983, Smith et al. 1993, ό.α. στο Barnett & Morran 2002: 860).

Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε συγκεκριμένες εκπαιδευτικές συνθήκες. Οι μαθητές/τριες πρέπει να έχουν ενεργό ρόλο στη διαδικασία μάθησης, να μπορούν δηλαδή να διερευνήσουν τις απόψεις τους μέσω της συζήτησης και της εκπόνησης πειραμάτων, να παρατηρήσουν και να εξάγουν επιστημονικά συμπεράσματα. Με τον τρόπο αυτό, η επιστημονική γνώση χτίζεται σε ισχυρούς πυλώνες (Muthukrishna et al. 1993, Penner et al. 1998, Trundle et. al. 2009, Hyslop-Margison & Strobel 2007, McCauley, Gomes & Davison 2018).

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης (2.3.1), τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης (2.3.2) και το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (2.3.3).

2.3.1 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, στο πλαίσιο της έρευνας γίνεται προσπάθεια να εντοπιστούν οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης αλλά και το εάν οι ιδέες αυτές σχετίζονται με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Είναι επομένως σημαντικό, να παρουσιαστούν οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν εντοπιστεί από τη διεθνή βιβλιογραφία για το φαινόμενο αυτό.

Μεγάλο μέρος των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της προσπάθειας ένταξης της αστρονομίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφορούν το πώς οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τη Σελήνη. Από την ανασκόπηση τους, φανερώνεται ότι κατά κύριο λόγο επικεντρώνονται στον εντοπισμό εναλλακτικών ιδεών σχετικά με τις φάσεις της Σελήνης (Venville, Louisell & Wilhelm 2012: 731).

Από τις πρώτες καταγεγραμμένες έρευνες είναι αυτή που διεκπεραιώθηκε από τον Haupt (1950), στην οποία εντοπίστηκε ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες δεν ήταν σε θέση να εξηγήσουν το φαινόμενο των φάσεων. Η εναλλακτική ιδέα με το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης ήταν ότι τα σύννεφα καλύπτουν τμήματα της Σελήνης.

Σε μεταγενέστερη έρευνα του Baxter (1989), εντοπίστηκαν τέσσερις βασικές εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τις φάσεις της Σελήνης, οι οποίες εκφράζονται από παιδιά ηλικίας 9-16 ετών: α) Τα σύννεφα καλύπτουν τη Σελήνη, β) Οι πλανήτες

«ρίχνουν» σκιά πάνω στη Σελήνη, γ) Ο Ήλιος «ρίχνει» σκιά πάνω στη Σελήνη και δ) Η Γη «ρίχνει» σκιά πάνω στη Σελήνη. Η άποψη με το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης ήταν η τέταρτη, δηλαδή ότι η σκιά της Γης «πέφτει» πάνω στη Σελήνη. Η επιστημονικά αποδεκτή άποψη αναφέρθηκε από μικρή μερίδα μαθητών/τριών.

Λίγα χρόνια αργότερα, ο Schoon (1992) πραγματοποίησε έρευνα στην οποία συμμετείχαν 1,213 μαθητές/τριες. Το σημαντικότερο πόρισμα της έρευνας ήταν ότι το 48,1% του δείγματος, εξήγησε τις φάσεις της Σελήνης μέσω της σκιάς της Γης η οποία πέφτει πάνω της. Το γεγονός ότι η άποψη αυτή αποτελεί μία από τις βασικότερες ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, επιβεβαιώθηκε από πλήθος μεταγενέστερων ερευνών (Callison and Wright 1993, Stahly et al. 1999, Dunlop 2000, Trumper 2001, Barnett & Morran 2002, Küçüközer et. al. 2009, Trumper 2010, Trundle et al. 2010, Hobson et al. 2010). Οι έρευνες αυτές αναφέρονται και στο Πέλλα & Χαλκιά (2016: 628).

Στην έρευνα του Baxter (1989) αλλά και σε επόμενες έρευνες, εντοπίστηκαν περαιτέρω αλλά λιγότερο ισχυρές εναλλακτικές ιδέες. Συγκεκριμένα:

α) Η κλίση του άξονα της Γης προς ή μακριά από τη Σελήνη προκαλεί τις φάσεις (Callison and Wright 1993: 7, Trundle et al. 2010: 465).

β) Οι φάσεις τη Σελήνης εξηγούνται ανάλογα με το μέγεθος της φωτιζόμενης επιφάνειας της Σελήνης (Baxter 1989 στο Stahly et al. 1999: 160 και στο Driver et al, 1998: 307).

γ) Οι φάσεις οφείλονται στο ότι ο Ήλιος μερικές φορές πλησιάζει τη Σελήνη, άρα τη φωτίζει περισσότερο (Trundle et al. 2010: 465, Küçüközer et. al. 2009).

δ) Η περιφορά του Ήλιου γύρω από τη Γη και τη Σελήνη προκαλεί τις φάσεις (Trundle et al. 2010: 465, Χαλκιά 2006).

ε) Η περιστροφή της Σελήνης προκαλεί τις φάσεις (Callison and Write 1993).

στ) Η περιστροφή της Γης προκαλεί τις φάσεις (Trundle et al. 2010: 465).

ζ) Οι φάσεις της Σελήνης καθορίζονται από τη θέση του/της παρατηρητή/τριας πάνω στον πλανήτη (Stahly et. al. 1999: 170 - 172).

Να σημειωθεί επίσης ότι, εκτός από τον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών σχετικά με τις φάσεις της Σελήνης, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες οι οποίες εξέτασαν το πώς επηρεάζονται οι ιδέες αυτές από διδακτικές παρεμβάσεις. Σκοπός ήταν να εντοπιστεί, εάν μέσα από συγκεκριμένες διδακτικές μεθόδους, είναι δυνατόν να υπάρξει αναδόμηση των ιδεών και ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (Dunlop 2000, Barnett & Morran 2002, Trundle et al. 2007, Trundle et al. 2010, Hobson et al. 2010).

Πιο σύγχρονες έρευνες έδειξαν ότι η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών κάτω των εννέα ετών για τις φάσεις της Σελήνης, είναι το ότι τα σύννεφα καλύπτουν τμήματα της (Venville et. al. 2012, Wilhelm 2014: 360 - 361). Πιθανόν, η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά μέχρι αυτήν την ηλικία, συνήθως δεν έχουν διδαχθεί τίποτα για τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης. Επομένως, δεν είναι σε θέση να αναφέρουν ότι η Σελήνη περνάει από τη σκιά της Γης κατά την περιφορά της.

2.3.2 Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη

Στο ερευνητικό μέρος διερευνάται εάν οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν την εναλλακτική ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη αλλά και σε ποιες υποκείμενες ιδέες οφείλεται η άποψη αυτή. Στο πλαίσιο αυτό, θα γίνει προσπάθεια να εντοπιστεί εάν οι ιδέες τους για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, όπως έχουν καταγραφεί από τη διεθνή βιβλιογραφία, επηρεάζουν την ανάπτυξη της εν λόγω ιδέας.

Συγκεκριμένα, ποικίλες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό τον εντοπισμό των ιδεών των μαθητών/τριών 9-12 ετών για τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης αλλά και για το σχήμα και τα σχετικά μεγέθη τους. Μέσα από τις μελέτες των McKinnon, Geissinger & Danaia (2001) ό.α. στο Σιμιτζόγλου & Χαλκιά (2007: 821), Jones, Lynch και Reesink (1987: 47), Samarapungavan, Vosniadou & Brewer (1996: 505), Dunlop (2000), εντοπίστηκαν βασικά εναλλακτικά μοντέλα για τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης και Σελήνης.

α) Γεωκεντρικό – «μαγικό» μοντέλο, με βάση το οποίο η Γη βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος. Κατά τη διάρκεια της μέρας, ο Ήλιος έρχεται κοντά στη Γη και τη νύχτα απομακρύνεται. Τη θέση του παίρνει η Σελήνη η οποία ακολουθεί την αντίθετη «μαγική» πορεία.

β) Γεωκεντρικό – μοντέλο της περιστρεφόμενης Γης. Η Γη είναι ακίνητη αλλά περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της. Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι σε σταθερή θέση. Καθώς η Γη περιστρέφεται, υπάρχει εναλλαγή από μέρα σε νύχτα και από νύχτα σε μέρα.

γ) Γεωκεντρικό – μοντέλο με τον Ήλιο και/ή τη Σελήνη να περιστρέφονται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη. Ταυτόχρονα η Γη είτε είναι σταθερή είτε περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της.

δ) Ηλιοκεντρικό μοντέλο κατά το οποίο ο Ήλιος είναι σταθερός και στο κέντρο του ηλιακού συστήματος. Η Γη και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις (με σημείο αναφοράς τον Ήλιο) και εκτελούν ομόκεντρη τροχιά γύρω του.

ε) Ηλιοκεντρικό μοντέλο στο οποίο η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη και η Γη με τη σειρά της περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Ο Ήλιος είναι ακίνητος στο κέντρο του Ηλιακού Συστήματος.

Κάποιες από τις παραπάνω έρευνες κατέληξαν και σε περαιτέρω συμπεράσματα. Για παράδειγμα, οι Treagust & Smith (1989: 390), πραγματοποίησαν συνεντεύξεις σε μικρές ομάδες μαθητών/τριών και ανακάλυψαν ποικίλες (λιγότερο σημαντικές) εναλλακτικές ιδέες όπως ότι η περιστροφή ενός πλανήτη εξαρτάται από την απόσταση του από τον Ήλιο.

Επίσης, οι Finegold και Pundack (1990) ό.α. στο Σιμιτζόγλου & Χαλκιά (2007: 821) μέσω της συμπλήρωσης ερωτηματολογίου με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής από μαθητές/τριες στην Αυστραλία, εντόπισαν τέσσερις κατηγορίες ιδεών για τους πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος: α) Προεπιστημονικές π.χ. μια επίπεδη Γη που βρίσκεται σε ένα ακίνητο σύμπαν, β) Γεωκεντρικό μοντέλο στο οποίο παρατηρούνται κάποιες αλλαγές, γ) Ηλιοκεντρικό μοντέλο όπου οι αλλαγές συμβαίνουν έξω από αυτό και δ) Ηλιοκεντρικό μοντέλο που βρίσκεται σε ένα ευρύτερο σύμπαν.

Ο Sadler (1987), μέσω της διερεύνησης των ιδεών των μαθητών/τριών της Γ' γυμνασίου, για την αλλαγή των εποχών και των φάσεων της Σελήνης, εντόπισε την ύπαρξη παρανοήσεων για τα σχετικά μεγέθη και τις αποστάσεις Ηλίου, Γης και Σελήνης, στο μεγαλύτερο μέρος του δείγματος. Αρκετοί/ές μαθητές/τριες, όταν τους ζητείται να σχεδιάσουν το Ηλιακό Σύστημα, θεωρούν ότι οι πλανήτες που ανήκουν σε αυτό βρίσκονται σε μακρινή απόσταση από τον Ήλιο και ταυτόχρονα οι αποστάσεις μεταξύ τους είναι πολύ μικρές. Παράλληλα, συνήθως παρουσιάζουν παρερμηνείες όσον αφορά τα σχετικά τους μεγέθη (Χαλκιά 2006: 197).

Σημαντική ήταν η έρευνα των Samarapungavan, Vosniadou και Brewer (1996: 509-513) σε Ινδούς μαθητές ηλικίας 6-9 ετών. Μέσα από τη διερεύνηση των ιδεών τους για τις κινήσεις του Ηλίου, τις κινήσεις της Γης και της Σελήνης, την εναλλαγή μέρας – νύχτας και το σχήμα της Γης, διαμορφώθηκαν οχτώ νοητικά μοντέλα για τις κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη. Στη συνέχεια, ανάλογα με τις απαντήσεις των μαθητών/τριών, τα μοντέλα διαχωρίστηκαν σε δύο βασικές κατηγορίες, τα ηλιοκεντρικά και τα γεωκεντρικά. Εν κατακλείδι, εντοπίστηκε ότι μόλις το 16% των μαθητών/τριών του δείγματος παρουσίασαν το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο.

Σε έρευνα από την Kikas (1998 ό.α. στο Bailey & Slater 2003: 27), η οποία μελετούσε μεταξύ άλλων το πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές/τριες τους όρους «ισημερινός», «άξονας περιστροφής» και «τροχιά», διαπιστώθηκε ότι εκείνοι/ες οι οποίοι/ες απομνημόνευσαν τους όρους αυτούς, παρουσίασαν ελλιπή έως καθόλου μεταγνωστική ικανότητα μερικούς μήνες αργότερα. Ουσιαστικά αποτελεί μία από τις πρώτες έρευνες οι οποίες ανέδειξαν τη σημασία του να κατακτήσουν οι μαθητές/τριες τη γνώση για τις σχετικές έννοιες και όχι να την αποστηθίσουν.

Άλλη σημαντική έρευνα σχετικά με τον εντοπισμό εναλλακτικών ιδεών για τη φαινόμενη κίνηση του Ηλίου και της Σελήνης, σε σχέση με τον/την ακίνητο/η παρατηρητή/τρια στη Γη, πραγματοποιήθηκε από τον Sharp (1996). Σε αυτήν φάνηκε ότι μόλις το 14% των μαθητών/τριών ηλικίας 10-11 γνωρίζει για τη φαινόμενη κίνηση των παρατηρούμενων αστεριών. Παράλληλα, το 55% των μαθητών/τριών υιοθέτησε μη επιστημονικά μοντέλα για την περιγραφή του Ηλιακού Συστήματος. Ανάμεσα στα συμπεράσματα της έρευνας, ήταν ότι τόσο οι μαθητές/τριες όσο και οι εκπαιδευτικοί, αναγνωρίζουν ευκολότερα τη φαινόμενη κίνηση του Ηλίου από ότι

της Σελήνης. Τέλος, εντοπίστηκε ότι μεγάλο μέρος των μαθητών/τριών του Δημοτικού, θεωρούν ότι η Σελήνη δεν είναι ορατή στον ουρανό κατά τη διάρκεια της μέρας.

Σύμφωνα με τον Dove (2002, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 282), βασική ιδέα των μαθητών/τριών για τη Σελήνη είναι ότι δεν περιστρέφεται. Από την άλλη, πολύ συχνά θεωρούν ότι η Γη και η Σελήνη περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους με την ίδια ταχύτητα. Σε επόμενη έρευνα των Sharp και Kuerbis (2006: 134) με συνεντεύξεις σε 62 μαθητές/τριες 9 έως 11 ετών από την Αγγλία, διαπιστώθηκε ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό μαθητών/τριών παρουσιάζει το ηλιοκεντρικό και συνάμα επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο πριν από σχετική διδακτική παρέμβαση.

Στην παραπάνω έρευνα αλλά και στην έρευνα της Shu-Chiu LIU (2005), εντοπίστηκαν τα εξής μοντέλα για τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης: 1) Ο Ήλιος είναι σταθερός, η Γη περιφέρεται γύρω από αυτόν και η Σελήνη είναι στατική, 2) Ο Ήλιος είναι σταθερός ενώ η Γη και η Σελήνη ακολουθούν διαφορετικές τροχιές, 3) Ο Ήλιος είναι σταθερός, η Γη περιφέρεται γύρω από αυτόν και η Σελήνη περιφέρεται γύρω από αυτήν.

Ωστόσο, όπως αναφέρεται από τον Σταράκη (2014), οι παραπάνω έρευνες εστίασαν μόνο στον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών, οι οποίες προκύπτουν από την παρατήρηση της φαινόμενης κίνησης του Ηλίου ή της Σελήνης. Αντιθέτως, δεν εστίασαν στο πώς ερμηνεύουν τα φαινόμενα αυτά με βάση τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης.

Στην ίδια έρευνα, κατά την οποία διερευνήθηκαν, μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων, οι απόψεις 40 μαθητών/τριών από πέντε δημοτικά σχολεία του νομού Αττικής, εντοπίστηκαν οι εξής εναλλακτικές ιδέες:

α) Η φαινόμενη κίνηση της Σελήνης επαναλαμβάνεται με περιοδικότητα 24 ωρών.

β) Η φαινόμενη κίνηση του Ηλίου επαναλαμβάνεται με περιοδικότητα 24 ωρών και οφείλεται στην περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο.

γ) Η φαινόμενη κίνηση του Ηλίου επαναλαμβάνεται με περιοδικότητα 24 ωρών και οφείλεται στην περιφορά του Ηλίου γύρω από τη Γη.

Έρευνα η οποία επίσης προέβλεπε διδακτική παρέμβαση ήταν αυτή που πραγματοποιήθηκε από τις Σιμιτζόγλου και Χαλκιά (2006) με 110 μαθητές/τριες 10-12 ετών, από δύο δημοτικά σχολεία της Αθήνας. Πριν τη διδασκαλία αφενός εντοπίστηκαν έντεκα (11) μοντέλα για τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης και αφετέρου διαπιστώθηκε ότι μόλις το 4,17% των μαθητών/τριών της Ε' τάξης και το 4,84% της Στ' τάξης, είναι σε θέση να εκφράσει ένα επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο για το Ηλιακό Σύστημα πριν τη σχετική διδασκαλία. Μετά την παρέμβαση, κανένας/καμία μαθητής/τρια δεν παρουσίασε κάποιο γεωκεντρικό μοντέλο.

Τέλος, σε μεταγενέστερη έρευνα των Starakis & Halkia (2010), όπου διερευνήθηκαν οι απόψεις σαράντα (40) μαθητών/τριών Ε' και Στ' Δημοτικού για τη φαινόμενη κίνηση της Σελήνης, εντοπίστηκε ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες, παρόλο που αντιλαμβάνονται ότι το φαινόμενο αυτό καθορίζεται από τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης, αναπτύσσουν την ιδέα ότι η Σελήνη είναι κάθε νύχτα ορατή. Η ιδέα αυτή οδηγεί με τη σειρά της στην εναλλακτική αντίληψη ότι η εμφάνιση της στο νυχτερινό ουρανό, πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο κάθε 24 ώρες.

Οι ερευνητές καταλήγουν ότι οι παραπάνω ιδέες, επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη του επιστημονικά αποδεκτού μοντέλου για το σύστημα Ήλιος – Γη – Σελήνη και το φαινόμενο της εναλλαγής μέρας – νύχτας. Επομένως, αναδεικνύουν τη σημασία της διαμόρφωσης μίας διδακτικής ακολουθίας για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη και φανερώνουν ότι η διδασκαλία της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της.

2.3.3 Ιδέες των μαθητών/τριών για βασικές έννοιες της οπτικής

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών για το φως και τα οπτικά φαινόμενα είναι ποικίλες. Τα αποτελέσματα των περισσότερων εξ' αυτών παρουσιάζονται στο εν λόγω υποκεφάλαιο.

Όσον αφορά τη φύση του φωτός, σε έρευνα της Guesne (1985: 191) με μαθητές/τριες ηλικίας 11 - 14 ετών, διαπιστώθηκε ότι σε μεγάλο ποσοστό ταυτίζουν το φως με την πηγή του π.χ. λάμπα, με τα αποτελέσματά του ή θεωρούν ότι είναι μία κατάσταση. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής αναφέρονται και στο βιβλίο της Χαλκιά (2012:

411). Την ίδια χρονιά, η έρευνα των Watts και Gilbert (1985, ό.α. στο Τέκος 2012: 23) εντόπισε επτά νοητικά μοντέλα των μαθητών/τριών για τη φύση του φωτός: 1) Φυσικό φως, 2) Σύνθετο φως, 3) Διπλό φως, 4) Τεχνητό φως, 5) Τροποποιημένο φως, 7) Εμφανές φως και 8) Αναδύομενο φως.

Η Guesne (1984, 1985), μελέτησε τις ιδέες των παιδιών και για τη διάδοση του φωτός και διαπίστωσε ότι τα περισσότερα παιδιά ηλικίας 10-11 ετών πιστεύουν ότι το φως παραμένει γύρω από τη φωτεινή πηγή. Επίσης, μέσα από την έρευνα αυτή αλλά και την έρευνα των Osborne et. al. (1993) με μαθητές/τριες 7-11 ετών, εντοπίζονται οι βασικότερες ιδέες για τη διάδοση του φωτός: α) Το φως παραμένει ακίνητο, β) Το φως κινείται, αλλά χρειάζεται μία ορμή για να διατηρήσει την κίνησή του, γ) Το φως διαδίδεται ακαριαία στο χώρο και δ) Το φως έχει πεπερασμένη διαδρομή. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής αναφέρονται και στο Χαλκιά 2012: 412. Από την άλλη, σε έρευνα των La Rosa, Mayer, Patrizi & Vincentini-Missoni (1984) εντοπίστηκε ότι, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν πως το φως «ταξιδεύει», ταυτίζουν την μετάδοσή του με ένα καλώδιο ή έναν δρόμο το/ο οποίο/ς συνδέει δύο σημεία μεταξύ τους.

Όσον αφορά τη λειτουργία της όρασης πολλαπλές έρευνες έχουν καταλήξει σε χρήσιμα συμπεράσματα. Οι Osborne et al. (1993: 88-92), στην ίδια έρευνα εντόπισαν ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας, κατά μεγάλο ποσοστό (38%), δεν ήταν σε θέση να δώσουν κάποια εξήγηση για το πώς βλέπουμε. Ανάμεσα στους υπόλοιπους/ες μαθητές/τριες, εντοπίστηκαν ποικίλες εναλλακτικές ιδέες, με κοινό χαρακτηριστικό τους ότι το μάτι έχει ενεργό ρόλο. Συγκεκριμένα, σχεδίασαν την πορεία του φωτός με τους εξής τρόπους: α) φωτεινή πηγή – μάτι – αντικείμενο και β) μάτι – αντικείμενο και φωτεινή πηγή – αντικείμενο.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι έρευνες των Guesne (1985) και Andersson & Karrqvist (1983), στις οποίες ανέδειξαν τις επιρροές της κουλτούρας, της γλώσσας και της καθημερινότητας, στο σχηματισμό εναλλακτικών ιδεών σχετικά με το πώς βλέπουμε.

Ανάλογα αποτελέσματα είχε και η έρευνα της Selley (1996a: 721-722) με 28 παιδιά ηλικίας 11 ετών, η οποία πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις, με χρονική απόσταση 15 μηνών. Στην πρώτη φάση, εντοπίστηκε ότι μεγάλος αριθμός μαθητών/τριών παρουσιάζουν το μοντέλο του ενεργού ρόλου του ματιού, το οποίο εκπέμπει ακτίνες.

Αξιοσημείωτο ήταν ότι στη δεύτερη φάση, ο αριθμός των μαθητών/τριών που υιοθετούν αυτήν την άποψη είχε αυξηθεί. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/τριών υιοθετεί την άποψη ότι το μάτι αποκτά την ιδιότητα να βλέπει το αντικείμενο, επειδή πρώτα φωτίζεται από άλλη φωτεινή πηγή. Η ερευνήτρια κατέληξε ότι το μοντέλο αυτό παρουσιάζεται καθώς οι μαθητές/τριες επηρεάζονται από την εμπειρία τους και θεωρούν λογικότερο ότι πρέπει να φωτιστεί το μάτι τους και όχι το ίδιο το αντικείμενο προκειμένου να το δουν.

Σημαντικά ήταν τα συμπεράσματα της έρευνας του Jung (1987, ό.α. στο Τέκος 2012: 27), ο οποίος εντόπισε ότι οι μαθητές/τριες 12-14 ετών, παρουσιάζουν διαφορετικά μοντέλα ανάλογα με το εάν βλέπουν ετερόφωτα ή αυτόφωτα αντικείμενα. Στην πρώτη περίπτωση, κυρίαρχο μοντέλο είναι «ο ενεργός ρόλος του ματιού» και στη δεύτερη, το μοντέλο του «φωτός που φτάνει στο μάτι».

Σε ανάλογη έρευνα (Ramadas και Driver 1989, ό.α. στο Driver et. al. 2000: 98) με 456 μαθητές/τριες ηλικίας 15 ετών, εντοπίστε ότι όταν πρόκειται να εξηγήσουν το πώς ένα παιδί βλέπει ένα αντικείμενο (βιβλίο), υιοθετούν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους το μοντέλο του «ενεργού ρόλου του ματιού». Μάλιστα καταγράφηκε ότι πολλά παιδιά θεωρούν ότι μπορούν να δουν στο σκοτάδι χωρίς να υπάρχει φως.

Όσον αφορά τις ιδέες των παιδιών για την ανάκλαση του φωτός, μία από τις πρώτες σχετικές έρευνες πραγματοποιήθηκε από τους Tiberghien et al. (1980 ό.α. στο Τέκος 2012: 32). Μέσω συνεντεύξεων από δύο ηλικιακές ομάδες μαθητών/τριών (10-11 και 13-14 ετών αντίστοιχα), φανερώθηκε ότι τα παιδιά μικρότερης ηλικίας δεν μπορούσαν να εξηγήσουν τι συμβαίνει με το φως όταν πέσει σε έναν καθρέπτη καθώς δεν αντιλαμβάνονταν ότι το φως διαδίδεται. Από την άλλη, η μεγαλύτερη ηλικιακή ομάδα, κατά μεγάλο ποσοστό υποστήριξε ότι το φως φεύγει από την πηγή και μένει πάνω στον καθρέπτη.

Η Guesne ασχολήθηκε με τις ιδέες των παιδιών και για την ανάκλαση του φωτός, ρωτώντας τα τί συμβαίνει όταν το φως πέσει πάνω σε έναν καθρέπτη και σε ένα κομμάτι χαρτί. Κάποιοι/ες μαθητές/τριες ανέφεραν ότι το φως πέφτει σε αυτά τα αντικείμενα και μένει εκεί. Η άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση ήταν ότι αρκετοί/ες μαθητές/τριες υποστήριζαν ότι το φως «αναπηδάει» από τον καθρέπτη ενώ από το χαρτί όχι, αναδεικνύοντας έτσι την επιρροή της καθημερινής εμπειρίας στην ανάπτυξη των εναλλακτικών ιδεών τους.

Οι Anderson και Smith (1983: 19) σε μελέτη με 227 μαθητές/τριες, εντόπισαν ότι τρεις στους/στις πέντε μαθητές/τριες (60%) αυτής της ηλικιακής ομάδας, θεωρούν ότι το φως δε μπορεί να ανακλαστεί σε κανένα αντικείμενο εκτός από τους καθρέπτες.

Οι προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών για το φως και το πώς βλέπουμε τα αντικείμενα, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο ομώνυμο κεφάλαιο από το βιβλίο της Χαλκιά (2012: 408-420). Χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες διαμορφώθηκαν μέσα από τη μελέτη των ερευνών των Guesne 1985, Anderson & Karrqvist 1983, Ramadas & Driver 1989, Osborne et al. 1993, Selley 1996, Ραβάνης 2000, ό. α. στο Χαλκιά 2012: 412. Αναλυτικότερα:

Κατηγορία Α: Χωρίς σχέση/μηχανισμό μεταξύ φωτός, αντικειμένου και ματιού.

A1) Λουτρό φωτός. Η πηγή φωτίζει το χώρο και το μάτι βλέπει το αντικείμενο.

A2) Μονή εκπομπή φωτεινών ακτίνων από την πηγή προς το αντικείμενο. Η πηγή φωτίζει μόνο το αντικείμενο.

A3) Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτίνων από την πηγή, τόσο προς το μάτι όσο και προς το αντικείμενο.

Κατηγορία Β: Ενεργός ρόλος του ματιού.

B1) Μονή εκπομπή φωτεινών ακτίνων από το μάτι προς το αντικείμενο. Το μάτι είναι ο αποκλειστικός πομπός και η φωτεινή πηγή είναι περιττή.

B2) Υποκινούμενη εκπομπή. Η πηγή φωτίζει το μάτι και το φως είτε ανακλάται είτε πραγματοποιείται δεύτερη εκπομπή από το μάτι προς το αντικείμενο.

B3) Υποκινούμενη εκπομπή με ανάκλαση. Πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με πριν αλλά το φως επιπλέον ανακλάται στο αντικείμενο και επιστρέφει στο μάτι.

B4) Συνεργατική εκπομπή. Τόσο τα μάτια όσο και η πηγή εκπέμπουν φως προς το αντικείμενο.

Κατηγορία Γ: Και ενεργός και παθητικός ρόλος του ματιού.

Γ1) Δευτερογενής πρόσληψη – εκπομπή. Η πηγή εκπέμπει φως προς το αντικείμενο, το αντικείμενο ακτινοβολεί προς το μάτι και το μάτι εκπέμπει ξανά προς το αντικείμενο.

Κατηγορία Δ: Παθητικός ρόλος του ματιού.

Δ1) Απλή εκπομπή από το αντικείμενο προς το μάτι.

Δ2) Επιστημονική άποψη (πηγή – αντικείμενο – μάτι). Να σημειωθεί ότι οι μαθητές/τριες που εκφράζουν αυτήν την άποψη, συχνά δεν παρουσιάζουν επεξεργασμένες νοητικές αναπαραστάσεις και λένε π.χ. ότι στο μάτι καταλήγει η «εικόνα» του αντικειμένου και όχι οι φωτεινές ακτίνες.

Τέλος, αξίζει να αναφερθούν οι λόγοι για τους οποίους η διδασκαλία εννοιών της οπτικής παρουσιάζει δυσκολίες, σύμφωνα με την έρευνα των Galili & Hazan (2000), όπως αναφέρεται στο βιβλίο της Χαλκιά (2012: 408-410). Οι λόγοι αυτοί είναι:

- Η καθημερινή αισθητηριακή εμπειρία. Δεν μπορούμε να αντιληφθούμε χαρακτηριστικά του φωτός όπως η ταχύτητα του ή το μήκος κύματος.
- Τα μέσα διάδοσης π.χ. γυαλί, νερό, μέσω των οποίων το παρατηρούμε. Η συμπεριφορά του φωτός σε αυτά είναι διαφορετική από ότι στο κενό.
- Ο παρατηρητής/τρια, ο/η οποίος/α αποτελεί μέρος του οπτικού συστήματος ασυνείδητα.
- Η γλώσσα, η οποία πολλές φορές έρχεται σε αντίθεση με την επιστημονική γνώση π.χ. «το φως γεμίζει το δωμάτιο».
- Η κοινή λογική, σύμφωνα με την οποία ο άνθρωπος πάντα προσπαθεί να εξηγήσει ένα φαινόμενο με βάση το αίτιο – αποτέλεσμα.
- Η διαθεματικότητα της οπτικής, καθώς συνδυάζει στοιχεία από τη Φυσική, τη Φυσιολογία και τη Ψυχολογία.
- Τα σχέδια στα σχολικά βιβλία.
- Ο κινηματογράφος και τα κόμικς π.χ. ο Σούπερμαν που εκπέμπει ακτίνες από τα μάτια του.

2.4 Κριτήρια επιλογής τους θέματος της έρευνας και ανασκόπηση ερευνών σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Η διπλωματική αυτή εργασία και η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της, δομήθηκαν μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για βασικές αστρονομικές έννοιες και τις αντίστοιχες προτάσεις

διδασκασίας παρεμβάσεων για την αναδόμησή τους. Αρχικός σκοπός ήταν να εντοπιστούν ένα ή περισσότερα θέματα από το πεδίο της αστρονομίας, τα οποία, σε επίπεδο Διδακτικής, δεν έχουν διερευνηθεί επαρκώς.

Μετά από την επισκόπηση των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για τις φάσεις της Σελήνης, την εναλλαγή των εποχών, το Ηλιακό Σύστημα, τις κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης κ.α. διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα όσον αφορά το εάν οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη.

Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, η ύπαρξη της ιδέας αυτής καταγράφεται κυρίως σε έρευνες σχετικά με τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης. Σε κάποιες από αυτές, αναφέρεται επίσης η σημασία του να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες τον μηχανισμό με τον οποίο η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, πριν διδαχθούν βασικές αστρονομικές έννοιες.

Ωστόσο, σε καμία από αυτές τις έρευνες, δεν πραγματοποιήθηκε διερεύνηση των ιδεών/αιτιών στις οποίες οφείλεται η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Επομένως, δεν υπάρχει ένα γενικότερο συμπέρασμα όσον αφορά το ποιες έννοιες και από ποια επιστημονικά πεδία π.χ. αστρονομία, οπτική, σχετίζονται με την άποψη αυτή. Επιπλέον, στο πλαίσιο αυτό, αφενός είναι ανέφικτο να εντοπιστούν οι διαφορές των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη με εκείνων που πιστεύουν ότι είναι ετερόφωτη και αφετέρου να δομηθούν προτάσεις διδασκαλίας.

Συγκεκριμένα, η ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και δεν ανακλά το ηλιακό φως, εντοπίστηκε αρχικά σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Osborne (1990: 15-20). Η έρευνα περιελάμβανε ερωτηματολόγια τα οποία μοιράστηκαν πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση. Σκοπός ήταν να διερευνηθούν οι ιδέες τους για έννοιες της οπτικής και πώς επηρεάζονται από τη συγκεκριμένη διδασκαλία. Η ιδέα της αυτόφωτης Σελήνης εντοπίστηκε πριν από την παρέμβαση, ωστόσο δεν υπήρξε περαιτέρω μελέτη της καθώς δε σχετιζόταν με τα ερευνητικά ερωτήματα.

Σε έρευνα με σκοπό τον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών για τις φάσεις της Σελήνης, οι Stahly, Krockover & Shepardson (1999), διαπίστωσαν ότι ένας/μία στους/στις τέσσερις μαθητές/τριες της τάξης, δεν μπορούν να εξηγήσουν το

πώς η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο και να συσχετίσουν το γεγονός αυτό με το φαινόμενο των φάσεων.

Αντίστοιχα, σε άρθρο του Benacchio (2001) σχετικά με τη μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθείται στη διδασκαλία εννοιών της αστρονομίας, αναφέρεται η ιδέα ότι η Σελήνη εκπέμπει το φως ακριβώς όπως και ο Ήλιος, χωρίς όμως να διερευνάται περαιτέρω. Η ιδέα ότι η Σελήνη εκπέμπει το δικό της φως, καταγράφεται και από τους Lelliott & Kelfkens (2006) ως μία από τις βασικές ιδέες που υπάρχει στους/στις μαθητές/τριες, πριν πραγματοποιηθεί διδασκαλία των βασικών αστρονομικών εννοιών.

Η Vosniadou προτείνει πριν γίνει διδασκαλία των φάσεων της Σελήνης, να γίνεται διδασκαλία της έννοιας την ανάκλασης και του πως η Σελήνη παίρνει το φως της από τον Ήλιο, καθώς οι μαθητές/τριες δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν τη διαδικασία αυτή (Vosniadou 1992). Αντίστοιχα, οι Sherrod & Wilhelm (2009), αναφέρουν ότι οι μαθητές/τριες, προκειμένου να κατανοήσουν τις Σεληνιακές φάσεις, πρέπει να κατακτήσουν τις έννοιες που σχετίζονται με το φως (οπτικά φαινόμενα, γωνίες, οπτικό πεδίο), να κατανοήσουν τις σχετικές κινήσεις της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου αλλά και να αντιληφθούν ότι η Σελήνη ανακλά το φως του Ηλίου.

Παράλληλα, οι Barnett & Morran (2002) μελετώντας την επίδραση μίας διδακτικής παρέμβασης διάρκειας δέκα εβδομάδων στην κατανόηση βασικών εννοιών αστρονομίας, εντόπισαν ότι μαθητές/τριες 10-11 ετών, οι οποίοι/ες είχαν αντιληφθεί τις σχετικές κινήσεις Ηλίου, Γης, Σελήνης αλλά και ότι η Σελήνη γίνεται ορατή επειδή ανακλά το φως του Ηλίου, ήταν πιθανότερο να δώσουν επιστημονικές εξηγήσεις για τις φάσεις της Σελήνης και τις εκλείψεις.

Σε πιο σύγχρονη έρευνα, η Wilhelm (2014) μελέτησε τις ιδέες τεσσάρων παιδιών για τις φάσεις της Σελήνης και τη δημιουργία σκιών (Wilhelm 2014: 350 – 351). Κατά διάρκεια των συνεντεύξεων με τους/τις μαθητές/τριες, εντοπίστηκε η ιδέα ότι ο Ήλιος πηγαίνει πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η μαθήτρια η οποία εξέφρασε την άποψη αυτή, φάνηκε να πιστεύει ότι η Σελήνη γίνεται ορατή καθώς από τη θέση αυτή, οι ηλιακές ακτίνες τη «διαπερνούν» και έρχονται προς τη Γη (Wilhelm 2014: 354).

Σε όλες τις παραπάνω έρευνες, η ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη καταγράφεται χωρίς όμως να γίνεται προσπάθεια να εντοπιστεί το ακριβές ποσοστό εμφάνισής της ανάμεσα στους/στις μαθητές/τριες αλλά και να διερευνηθούν οι λόγοι για τους οποίους αναπτύσσεται.

Οι υπόλοιπες έρευνες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για φαινόμενα που σχετίζονται με τη Σελήνη, επικεντρώνονται είτε αποκλειστικά στον εντοπισμό των ιδεών τους για τις φάσεις και τις εκλείψεις (π.χ. Baxter 1989, Driver et al. 1998, Trundle et al. 2002, Subramaniam & Padalkar 2009, Kavanagh, Agan & Sneider 2004, Cohen 2003), είτε αναλύουν διδακτικά εργαλεία τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την αναδόμηση των εννοιών αυτών (π.χ. Dunlop 2000, Trundle et al. 2007, Hobson et al. 2010, Barnett & Morran 2002, Trundle et al. 2010, Meyer, Mon & Hibbard 2011), είτε αναφέρονται σε έννοιες σχετικά με τη Σελήνη, χωρίς να επικεντρώνονται στο θέμα της αυτόφωτης - ετερόφωτης Σελήνης (π.χ. Trundle et al. 2010, Venville, Louisell & Wilhelm 2012).

Επίσης, στη βιβλιογραφία συναντώνται ποικίλες μελέτες σχετικά με το πώς αναπτύσσονται οι ιδέες των παιδιών και για άλλες βασικές αστρονομικές έννοιες και το πώς επηρεάζονται από συγκεκριμένες διδακτικές παρεμβάσεις. Ως βασικές αστρονομικές έννοιες χαρακτηρίζονται, η εναλλαγή των εποχών, η εναλλαγή μέρας και νύχτας, οι σχετικές κινήσεις Γης, Σελήνης και Ηλίου (βλ. κεφ. 2.3.2), το Ηλιακό Σύστημα (π.χ. Jones, Lynch & Reesink 2007, Baxter 1989, Kallery 2011, Plummer 2008).

Μετά από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, μπορούν να αντληθούν χρήσιμα συμπεράσματα για το περιεχόμενο και τη μορφή της εν λόγω έρευνας. Αρχικά, στη βιβλιογραφία δεν εντοπίστηκε κάποια προγενέστερη έρευνα η οποία να αφορά αποκλειστικά τον εντοπισμό και την ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών σχετικά με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, γεγονός το οποίο καθιστά την εν λόγω έρευνα πρωτότυπη.

Ωστόσο, θεωρούμε ότι το θέμα αυτό δεν μπορεί να απομονωθεί από άλλες βασικές έννοιες αστρονομίας και να διερευνηθεί αυτόνομα. Βασική υπόθεση της έρευνας που ακολουθεί, είναι ότι η παραπάνω εναλλακτική ιδέα σχετίζεται με τις ιδέες των μαθητών/τριών για τις έννοιες στις οποίες έγινε λόγος στα προηγούμενα κεφάλαια. Επιπλέον, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες έρευνες για τις οποίες επίσης έγινε

λόγος, το φαινόμενο της ανάκλασης των ηλιακών ακτίνων στη Σελήνη (όπως και σε κάθε ετερόφωτο ουράνιο σώμα), σχετίζεται άμεσα με φαινόμενα τα οποία αφορούν τη Σελήνη, όπως οι φάσεις και οι εκλείψεις.

Θα ήταν λοιπόν χρήσιμο, να εντοπιστεί σε πρώτο στάδιο εάν οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν την ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και στη συνέχεια να διερευνηθεί εάν υπάρχουν και ποιες είναι οι υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες στις οποίες οφείλεται η άποψη αυτή.

Θα ήταν επίσης σημαντικό να διερευνηθούν, οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης και για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα καθώς ενδέχεται να επηρεάζουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Για την διερεύνηση των παραπάνω προτείνεται η χρήση ερωτηματολογίου με ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Η μορφή και το περιεχόμενο της κάθε ερώτησης, τα στοιχεία του δείγματος καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΜΕΡΟΣ Β: Έρευνα

Εισαγωγή

Μετά από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την παρουσίαση των κριτηρίων επιλογής του θέματος της έρευνας αλλά και διαμόρφωσης του περιεχομένου της, έχει δημιουργηθεί το έδαφος για το πέρασμα στο ερευνητικό μέρος.

Ο βασικός σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι ιδέες των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού σχετικά με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη και στη συνέχεια να εντοπιστούν πιθανές εναλλακτικές ιδέες οι οποίες σχετίζονται με άλλες έννοιες π.χ. φάσεις της Σελήνης και επηρεάζουν τους/τις μαθητές/τριες στο να θεωρήσουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Επιπλέον, σκοπός είναι να μελετηθούν οι διαφορετικές ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές/τριες για να αιτιολογήσουν την άποψή τους (αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη).

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές ομάδες πληθυσμού. Σε πρώτο στάδιο μοιράστηκαν ερωτηματολόγια σε μαθητές από τμήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στη συνέχεια, μαθητές και μαθήτριες από τέσσερα δημόσια Δημοτικά σχολεία, απάντησαν στα ίδια ερωτηματολόγια.

3.1 Ερευνητικά ερωτήματα

Μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση (βλ. κεφάλαιο 2) και τη μελέτη των παλαιότερων ερευνών οι οποίες σχετίζονται με το θέμα της εργασίας, το βασικό ερευνητικό ερώτημα διαμορφώνεται ως εξής:

«Οι μαθητές/τριες της Ε' και Στ' Δημοτικού θεωρούν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη;»

Επί μέρους ερευνητικά ερωτήματα που συνδέονται με το αρχικό και θα γίνει προσπάθεια να απαντηθούν, είναι και τα εξής:

- 1) Ποιες υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν την άποψη των μαθητών/τριών για την αυτόφωτη Σελήνη;
- 2) Οι απόψεις των μαθητών/τριών για: α) το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα και β) για τις φάσεις της Σελήνης, επηρεάζουν την άποψη τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη;
- 3) Οι ιδέες των μαθητών/τριών της ομάδας STEM για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις ανάλογες ιδέες των μαθητών/τριών του γενικού πληθυσμού;
- 4) Οι ιδέες των μαθητών/τριών της Ε' Δημοτικού για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις ανάλογες ιδέες των μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού;

Τα ερωτήματα αυτά θα απαντηθούν μέσα από την ανάλυση τόσο του δείγματος STEM όσο και του δείγματος του γενικού πληθυσμού.

3.2 Δείγμα

STEM

Η δειγματοληψία από την ομάδα STEM πραγματοποιήθηκε με 82 μαθητές/τριες Ε' και Στ' Δημοτικού, σε τμήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής από τα συγκεκριμένα σχολεία του Νομού Αττικής:

- 1) 7^ο Δημοτικό Σχολείο Γαλατσίου, 8 μαθητές/τριες.
- 2) 38^ο Δημοτικό Σχολείο Πειραιά, 8 μαθητές/τριες.
- 3) 8^ο Δημοτικό Σχολείο Κερατσινίου, 8 μαθητές/τριες.
- 4) 12^ο Δημοτικό Σχολείο Κερατσινίου, 6 μαθητές/τριες.
- 5) 172^ο Δημοτικό Σχολείο Αθηνών, 7 μαθητές/τριες.
- 6) 1^ο Δημοτικό Σχολείου Νέου Φαλήρου, 8 μαθητές/τριες.
- 7) 3^ο Δημοτικό Σχολείο Ζωγράφου, 7 μαθητές/τριες.
- 8) 4^ο Δημοτικό Σχολείο Ζωγράφου, 7 μαθητές/τριες.
- 9) 8^ο Δημοτικό Σχολείο Ζωγράφου, 7 μαθητές/τριες.
- 10) 2^ο Δημοτικό Σχολείο Νέου Ηρακλείου, 8 μαθητές/τριες.
- 11) 7^ο Δημοτικό Σχολείο Νέου Ηρακλείου, 8 μαθητές/τριες.

Η επιλογή των συγκεκριμένων σχολείων και τμημάτων έγινε λόγω της ευκολίας πρόσβασης του ερευνητή (βολική δειγματοληψία). Το δείγμα διαμορφώθηκε από 44 μαθητές/τριες Ε' Δημοτικού και 38 μαθητές/τριες Στ' Δημοτικού.

Γενικός πληθυσμός

Το δείγμα του γενικού πληθυσμού διαμορφώθηκε από 94 μαθητές/τριες Ε' και Στ' Δημοτικού τεσσάρων δημοσίων σχολείων του Νομού Αττικής. Η δειγματοληψία χαρακτηρίζεται ως βολική λόγω της ευκολίας πρόσβασης του ερευνητή. Συγκεκριμένα:

- 1) 32^ο Δημοτικό Σχολείο Πειραιά, Στ' Δημοτικού, 27 μαθητές/τριες.
- 2) Μαράσλειο Δημοτικό Σχολείο, Στ' Δημοτικού, 25 μαθητές/τριες.
- 3) 5ο Δημοτικό Σχολείο Γαλατσίου, Ε' Δημοτικού, 19 μαθητές/τριες.
- 4) 2ο Δημοτικό Σχολείο Αθηνών, Ε' Δημοτικού, 23 μαθητές/τριες.

Έγινε προσπάθεια, το δείγμα του γενικού πληθυσμού, να είναι αντιπροσωπευτικό και για αυτό το λόγο, τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε σχολεία από διαφορετικούς Δήμους. Συμπληρώθηκαν κατά τη διάρκεια του ωρολογίου προγράμματος και όχι σε τμήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Έγινε επίσης προσπάθεια το δείγμα να διαμορφωθεί από παρόμοιο αριθμό μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού γι αυτό επιλέχθηκαν δύο τμήματα από κάθε τάξη.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σχολιαστεί ότι οι μαθητές/τριες του δείγματος STEM, ενδεχομένως παρουσιάζουν περισσότερο ενδιαφέρον προς τις Φυσικές

Επιστήμες, καθώς παρακολουθούν μαθήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής, στα οποία έρχονται σε επαφή με επιστημονικούς τομείς όπως η μηχανική, η φυσική, τα μαθηματικά, η αστρονομία, η πληροφορική. Μάλιστα, έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση της τεχνολογίας και των ρομπότ στη εκπαίδευση, μπορούν να ενισχύσουν τα κίνητρα των μαθητών/τριών για την ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες (Park 2015, ό.α. στο Ανυφαντής, 2018).

Παράλληλα, η παρακολούθηση μαθημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής, είτε στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος είτε ως εξωσχολική δραστηριότητα, δεν έχει υποχρεωτικό χαρακτήρα αλλά αποτελεί επιλογή των μαθητών/τριών. Κρίθηκε λοιπόν ότι θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί εάν οι απόψεις των μαθητών/τριών για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, επηρεάζεται από το γεγονός ότι παρακολουθούν μαθήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

3.3 Εργαλείο της έρευνας

Το εργαλείο της έρευνας και για τα δύο δείγματα, ήταν ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το ερωτηματολόγιο απευθυνόταν ατομικά στους/στις μαθητές/τριες. Ο χρόνος συμπλήρωσής του ήταν κατά μέσο όρο 30-45 λεπτά.

Στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, οι μαθητές/τριες πρέπει να γράψουν και να αιτιολογήσουν την άποψή τους για αυτό που τους ζητείται. Δεν υπήρξε κάποια ερώτηση κλειστού τύπου. Επίσης, σε κάποιες ερωτήσεις, οι μαθητές/τριες είχαν τη δυνατότητα να συμπληρώσουν την απάντησή τους, παραθέτοντας σχέδια σε χώρο που ήταν ειδικά διαμορφωμένος μέσα στο ερωτηματολόγιο. Οι ερωτήσεις διατυπώθηκαν σύμφωνα με τη βιβλιογραφική επισκόπηση που έγινε στο κεφάλαιο 2.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα για τις απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με το εάν η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Οι μέχρι τώρα διεξαχθείσες έρευνες αναφέρουν τη σημασία του να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, χωρίς όμως να εστιάζουν στους ερμηνευτικούς μηχανισμούς των απόψεών τους.

Για τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο και όχι συνεντεύξεις έτσι ώστε ο αριθμός συμμετοχής τους να είναι μεγαλύτερος και

τα συμπεράσματα να είναι περισσότερο γενικευμένα. Προκειμένου να μελετηθούν εις βάθος οι απόψεις τους, η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της «ανάλυσης περιεχομένου» (Erickson 1998).

3.4 Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και ο σκοπός τους

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε συνολικά επτά (7) ερωτήσεις. Τοποθετήθηκε μία ακόμα συμπληρωματική ερώτηση μόνο για τους/τις μαθητές/τριες που πίστευαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Παρακάτω παρουσιάζεται ο σκοπός και το περιεχόμενο της κάθε ερώτησης.

Ερώτηση 1

«Δύο συμμαθητές αναρωτιούνται γιατί μπορούν και βλέπουν τη Σελήνη. Ο καθένας υποστηρίζει μία διαφορετική άποψη.»

«**ΜΑΘΗΤΗΣ Α:**». «*Η Σελήνη έχει δικό της φως και δεν χρειάζεται ο Ήλιος για να μπορέσουμε να την δούμε.*»

«**ΜΑΘΗΤΗΣ Β:** «*Η Σελήνη δεν έχει δικό της φως. Φωτίζεται από τον Ήλιο γι' αυτό μπορούμε και τη βλέπουμε.*»

«Συμφωνείτε με κάποιον από τους δύο (μαθητή Α ή μαθητή Β); Παρακαλώ να αιτιολογήστε την απάντησή σας».

«**Διευκρίνιση:** Σελήνη = Φεγγάρι»



Ο σκοπός της πρώτης ερώτησης είναι να διερευνήσει την άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Τους ζητείται να διαβάσουν τον διάλογο μεταξύ δύο υποθετικών μαθητών/τριών, να συμφωνήσουν με τον/την έναν/μία από τους/τις δύο και να αιτιολογήσουν την επιλογή τους. Όσον αφορά την ανάλυση, εκείνοι/ες οι οποίοι/ες συμφώνησαν με τον μαθητή Α αποτέλεσαν την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), ενώ οι υπόλοιποι/ες αποτέλεσαν την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη).

Ερώτηση 1Α

«Προχωρήστε σε αυτήν την ερώτηση ΜΟΝΟ εάν συμφωνείτε με τον μαθητή Α:»

«Με ποιον τρόπο η Σελήνη παράγει το δικό της φως;»

Η ερώτηση 1Α αποτελεί τη συμπληρωματική ερώτηση για τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη). Τους/τις δίνει τη δυνατότητα να εξηγήσουν σε δεύτερο επίπεδο την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Σκοπός είναι να εντοπιστούν επιπλέον στοιχεία για την καταγραφή των ερμηνευτικών μηχανισμών με βάση τους οποίους την αιτιολογούν.

Ερώτηση 2

«Φανταστείτε ότι βρίσκεστε στο συγκεκριμένο σημείο πάνω στη Γη και παρατηρείτε τη Σελήνη (από εκεί όπου βρίσκεται η κουκκίδα)».

«**A**) Εάν πιστεύετε ότι ο Ήλιος είναι απαραίτητος για να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη, τότε: α) Να σχεδιάσετε τον Ήλιο σε κατάλληλη θέση β) Να σχεδιάσετε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) ώστε να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη. Παρακαλώ να αιτιολογήσετε το σχέδιό σας».

«**B**) Εάν πιστεύετε ότι ο Ήλιος δεν είναι απαραίτητος για να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη, τότε να σχεδιάσετε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) έτσι ώστε να μπορέσετε να τη δείτε. Παρακαλώ να αιτιολογήσετε το σχέδιό σας».

«**Διευκρίνιση:** Χρησιμοποιήστε βελάκια για να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός (των ακτινών)».



Αιτιολογήστε την επιλογή σας

Ένα από τα ερευνητικά ερωτήματα είναι να εντοπιστεί εάν οι απόψεις των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα, επηρεάζουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Σκοπός της ερώτησης 2 είναι να εντοπιστούν οι απόψεις τους σχετικά με τον τρόπο που η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον παρατηρητή/τρια από τη Γη.

Η ερώτηση αυτή έχει αντληθεί από το βιβλίο της Χαλκιά (2012: 421-425) στο οποίο παρατίθεται μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας «Πώς γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού». Οι εναλλακτικές ιδέες που αναφέρονται στο εν λόγω κεφάλαιο του βιβλίου της Χαλκιά καθώς και η πρόταση της διδακτικής πορείας, έχουν διαμορφωθεί μέσα από την ανασκόπηση προγενέστερων ερευνών (βλ. κεφ. 2.3.3).

Οι μαθητές/τριες μπορούν να επιλέξουν εάν θα σχεδιάσουν τον Ήλιο, ανάλογα με το εάν πιστεύουν ότι είναι απαραίτητος ή όχι ώστε να δουν τη Σελήνη. Στη συνέχεια, τους/τις ζητείται να σχεδιάσουν βελάκια, ώστε να δείξουν την πορεία που ακολουθεί το φως για να μπορέσουν να δουν τη Σελήνη, από το σημείο παρατήρησης πάνω στη Γη.

Ερώτηση 3

«Εάν παρατηρήσετε για κάποια βράδια τη Σελήνη, θα δείτε ότι σταδιακά εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα. Διαβάζουμε την εικόνα από αριστερά προς δεξιά».



«Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό; Αιτιολογήστε την απάντησή σας».

Σκοπός της ερώτησης 3 είναι να διερευνηθούν οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης. Επιλέχθηκε μία σχετική εικόνα αντί να αναφέρεται ο όρος «φάσεις» έτσι ώστε να μην επηρεαστούν οι απαντήσεις τους.

Ερώτηση 4

«Πιστεύετε ότι η Σελήνη έχει δικό της φως; Ναι ή Όχι (κυκλώστε). Παρατηρήστε ξανά την προηγούμενη εικόνα. Με βάση την επιλογή σας, απαντήστε σε **μία από τις δύο** επόμενες ερωτήσεις:»

«Α) Εάν πιστεύετε ότι η Σελήνη έχει δικό της φως, πώς εξηγείτε το γεγονός ότι εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα; Εάν σας διευκολύνει καλύτερα για να το εξηγήσετε, μπορείτε να κάνετε και σχήμα στο κενό μετά τις γραμμές».

«Β) Εάν πιστεύετε ότι η Σελήνη δεν έχει δικό της φως, πώς εξηγείτε το γεγονός ότι εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα; Εάν σας διευκολύνει καλύτερα για να το εξηγήσετε, μπορείτε να κάνετε και σχήμα στο κενό μετά τις γραμμές».

Σκοπός της ερώτησης είναι να εντοπιστεί η πιθανή συσχέτιση μεταξύ των ιδεών των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης και της άποψής τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Επιπλέον, διερευνάται το είδος των ερμηνειών που δίνουν για το φαινόμενο τόσο οι μαθητές/τριες που θεωρούν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, όσο και οι μαθητές/τριες που θεωρούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Αρχικά, οι μαθητές/τριες πρέπει να δηλώσουν εκ νέου εάν η Σελήνη έχει ή δεν έχει δικό της φως. Στη συνέχεια, με βάση την άποψη αυτή, επιλέγουν να απαντήσουν το Α

ή το Β, συσχετίζοντας την άποψή τους με το φαινόμενο των φάσεων. Επίσης, κάποιοι/ες μαθητές/τριες, είναι δεδομένο ότι κατά την απάντησή τους στο ερώτημα αυτό θα έχουν κάνει συσχετίσεις με την απάντησή τους στο προηγούμενο ερώτημα.

Ερώτηση 5

«Σχεδιάστε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) έτσι ώστε το παιδί να μπορέσει να δει τη μπάλα».

«**Διευκρίνιση:** Χρησιμοποιήστε βελάκια για να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός (των ακτινών)».



«Αιτιολογήστε αυτό που σχεδιάσατε:»

Η ερώτηση 5 λειτουργεί συμπληρωματικά για την ερώτηση 2. Αφού καταγραφούν οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα, επιδιώκεται να εντοπιστεί η πιθανή συσχέτιση των ιδεών αυτών, με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Οι μαθητές/τριες πρέπει να σχεδιάσουν βελάκια για να δείξουν την πορεία που ακολουθεί το φως ώστε το παιδί της εικόνας να δει τη μπάλα. Η εικόνα αλλά και η διατύπωση της ερώτησης έχουν αντληθεί από το βιβλίο της Χαλκιά (2012: 421 – 425).

Ερώτηση 6

«Εάν ο Ήλιος εξαφανιζόταν ξαφνικά, θα μπορούσαμε να βλέπουμε τη Σελήνη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας».

Η ερώτηση 6 αποτελεί ερώτηση ελέγχου των προηγούμενων απαντήσεων των μαθητών/τριών. Αναμένεται ότι, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν πως η Σελήνη είναι αυτόφωτη, θα απαντήσουν ότι θα ήταν δυνατόν να συνεχίσουν να τη βλέπουν, καθώς πιστεύουν ότι ο Ήλιος δεν είναι απαραίτητος. Αντιθέτως, εκείνοι/ες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι είναι ετερόφωτη, αναμένεται να απαντήσουν ότι θα ήταν αδύνατον να τη βλέπουν.

Ερώτηση 7

«Σε τι μοιάζει και σε τι διαφέρει η Σελήνη συγκριτικά με τον Ήλιο;»

Ο σκοπός της τελευταίας ερώτησης είναι διπλός. Αφενός, να λειτουργήσει ως ερώτηση ελέγχου και να επιβεβαιώσει προηγούμενες απαντήσεις των μαθητών/τριών και αφετέρου να βοηθήσει στον εντοπισμό επιπλέον στοιχείων για τον ερμηνευτικό μηχανισμό που δίνουν οι μαθητές/τριες, όσον αφορά το γιατί η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη.

Ο διπλός σκοπός επιτυγχάνεται μέσω της καταγραφής ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ Ηλίου και Σελήνης.

3.5 Συλλογή των δεδομένων

Η δειγματοληψία από την ομάδα STEM πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2018-2019 και συγκεκριμένα τον Απρίλιο του 2019. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν στα σχολεία που προαναφέρθηκαν (βλ. κεφ. 3.2), μέσα σε διάστημα δύο εβδομάδων.

Η δειγματοληψία από τα σχολεία του γενικού πληθυσμού πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2019-2020 και συγκεκριμένα τον Δεκέμβριο του 2019. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν στα τέσσερα τμήματα, σε διάρκεια μίας εβδομάδας.

Και στις δύο περιπτώσεις τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν κατά τη διάρκεια μίας διδακτικής ώρας και με την παρουσία του ερευνητή. Πριν από τη συμπλήρωσή τους, είχε ζητηθεί ειδική άδεια από τη διεύθυνση του κάθε σχολείου και από τους γονείς του κάθε παιδιού.

Να σημειωθεί ότι διευκρινίσεις για τις ερωτήσεις δόθηκαν μόνο πριν τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου και ότι η συμπλήρωση έγινε ανώνυμα. Μετά το τέλος της

διδασκαλίας ώρας, ο ερευνητής ήταν υπεύθυνος να μαζέψει τα ερωτηματολόγια και να προχωρήσει στην ανάλυσή τους.

3.6 Συγκριτική ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών από το δείγμα STEM και από το δείγμα γενικού πληθυσμού

Στην πρώτη δειγματοληψία, το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε συνολικά σε 82 μαθητές/τριες, οι οποίοι/ες παρακολουθούν μαθήματα STEM. Από αυτούς/ές, οι 62 μαθητές/τριες (το 75,6% του δείγματος), δήλωσαν ότι πιστεύουν πως η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα και οι 20 μαθητές/τριες (το 24,4%) ότι είναι αυτόφωτο.

Το δείγμα του γενικού πληθυσμού διαμορφώθηκε από 94 μαθητές/τριες Ε' και Στ' Δημοτικού τεσσάρων δημοσίων σχολείων (βλ. κεφ. 3.2). Από αυτούς/ές, οι 25 (το 26,5%) υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ενώ οι 69 (το 73,5%) ότι είναι ετερόφωτη. Τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα 1:

N (%) των μαθητών/τριών που παρακολουθούν μαθήματα STEM		N (%) του γενικού πληθυσμού των 4 σχολείων	
Η Σελήνη είναι ετερόφωτη	Η Σελήνη είναι αυτόφωτη	Η Σελήνη είναι ετερόφωτη	Η Σελήνη είναι αυτόφωτη
62 (75,6%)	20 (24,4%)	69 (73,5%)	25 (26,5%)

Πίνακας 1: Η άποψη των μαθητών/τριών ότι Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάλυση των απαντήσεων ήταν η ίδια και για τα δύο δείγματα. Για κάθε ερώτημα, διαμορφώθηκαν κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών, οι οποίες αναγράφονται στους αντίστοιχους πίνακες. Επίσης, όπου είναι απαραίτητο παρατίθενται αυτούσιες απαντήσεις μαθητών/τριών αλλά και σχήματα.

Πρωταρχικός στόχος του ερωτηματολογίου ήταν να εντοπιστεί εάν οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν την εναλλακτική ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτο σώμα αλλά και σε ποιες υποκείμενες ιδέες ενδεχομένως οφείλεται η άποψη αυτή. Δευτερευόντως, να εντοπιστούν οι ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές/τριες, είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είτε ετερόφωτη, ώστε να εξηγήσουν την άποψή τους. Ο σχετικός διαχωρισμός έγινε με βάση την απάντησή τους στην πρώτη ερώτηση. Από το σημείο αυτό να διευκρινιστεί ότι για λόγους συντομίας:

- Εκείνοι/ες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη θα αναφέρονται και ως κατηγορία Α.
- Εκείνοι/ες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη θα αναφέρονται και ως κατηγορία Β.

Πριν την ανάλυση της κάθε ερώτησης για την κάθε κατηγορία, επιδιώχθηκε να εντοπιστεί εάν τα ποσοστά των μαθητών/τριών, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη, διαφέρουν ως προς τα δύο δείγματα (δείγμα 1: STEM – δείγμα 2: Γενικός πληθυσμός τεσσάρων σχολείων).

Για να διαπιστωθεί εάν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο δειγμάτων ως προς την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, πραγματοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος χ^2 (Chi-Square Test) με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics 25.

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν H_0 : «Η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, δεν επηρεάζεται από το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM». Το αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε παρατίθεται παρακάτω:

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,112 ^a	1	,738		
Continuity Correction ^b	,026	1	,872		
Likelihood Ratio	,112	1	,738		
Fisher's Exact Test				,863	,437
Linear-by-Linear Association	,111	1	,739		
N of Valid Cases	176				

Πίνακας 2: Σύγκριση των δύο δειγμάτων ως προς την άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη

Από τον στατιστικό έλεγχο των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους/στις μαθητές/τριες που παρακολουθούν μαθήματα STEM και του γενικού πληθυσμού, όσον αφορά την άποψή τους ότι η

Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Όπως φαίνεται στον πίνακα 2, $p=0,738 > 0,05$. Επομένως, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και η H_0 γίνεται αποδεκτή.

Επομένως, δεν κρίθηκε απαραίτητο να υπάρξουν οι αντίστοιχοι στατιστικοί έλεγχοι στις απαντήσεις των μαθητών/τριών για την κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Ωστόσο, κατά την ανάλυσή τους: α) Παρατίθενται ραβδογράμματα με σκοπό την κατατοπιστικότερη απεικόνιση των κατηγοριών των ιδεών τους και β) Γίνεται προσπάθεια να δοθούν ποιοτικές ερμηνείες για τις διαφορές των ιδεών των μαθητών/τριών που παρακολουθούν μαθήματα STEM και του γενικού πληθυσμού, μόνο όσον αφορά τις υποκατηγορίες απαντήσεων στις οποίες παρατηρείται σχετική διαφοροποίηση στα ποσοστά τους.

Περαιτέρω, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι στην ανάλυση της κάθε ερώτησης, δεν πραγματοποιούνται ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις για τη σύγκριση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη με εκείνων που πιστεύουν ότι είναι ετερόφωτη. Οι μαθητές/τριες, ανάλογα με την άποψή τους, δίνουν απαντήσεις σε κατά βάση διαφορετικό πλαίσιο και επομένως παρουσιάζουν διαφορετικές κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών οι οποίες είναι αδύνατον να συγκριθούν. Εξάιρεση ενδεχομένως αποτελεί η ερώτηση 5 στην οποία οι μαθητές/τριες, ανεξαρτήτως της άποψής τους, απαντάνε σε αυστηρά καθορισμένο πλαίσιο.

3.6.1 Ερωτήσεις 1 και 1.A

Στην ανάλυση της ερώτησης 1, παρουσιάζονται πρώτα α) οι υποκείμενες ιδέες στις οποίες οφείλεται η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και β) οι βασικές αιτίες μέσω των οποίων οι μαθητές/τριες επιχειρηματολογούν υπέρ της άποψής του ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διάφορες ερμηνείες που δίνουν, με σκοπό να εξηγήσουν σε δεύτερο στάδιο τις απόψεις τους.

Για τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, οι εναλλακτικές ιδέες και οι ερμηνείες τους εντοπίστηκαν συνεξετάζοντας τις απαντήσεις τους τόσο στην ερώτηση 1 όσο και στην ερώτηση 1.A. Τα δύο

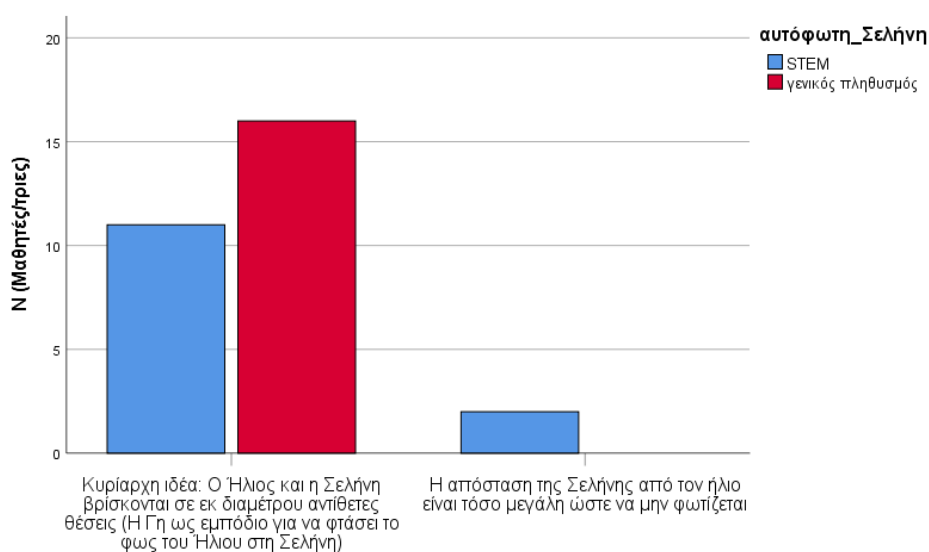
ερωτήματα αναλύθηκαν σε πρώτο στάδιο ατομικά και στη συνέχεια συνδυαστικά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να διαμορφωθούν πιο ολοκληρωμένα συμπεράσματα.

Για τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, η ερώτηση 1.Α. παραλήφθηκε διότι δεν ήταν αναγκαίο να αιτιολογήσουν το πώς η Σελήνη παράγει το φως της. Για τον την περαιτέρω διερεύνηση της αρχικής άποψής τους και των ερμηνειών που δίνουν, όσον αφορά το γιατί η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αξιοποιήθηκε η ερώτηση 2.

Στη συγκεκριμένη ερώτηση, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, τόσο από τον πίνακα των εναλλακτικών ιδεών όσο και από τον πίνακα των μηχανισμών, παρουσιάζονται πρώτες.

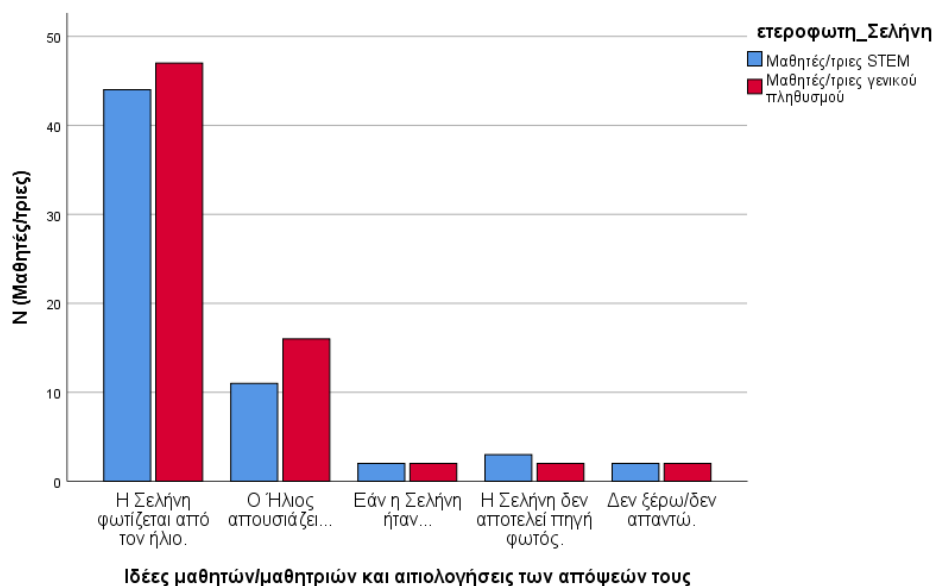
Πίνακας 1.1Α: Ερώτηση 1 και 1 Α				
Προβαλλόμενες Ιδέες	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) των μαθητών/τριών που παρακολούθησαν μαθήματα STEM	N (%) του γενικού πληθυσμού των 4 σχολείων	N (%) των μαθητών/τριών που παρακολούθησαν μαθήματα STEM	N (%) του γενικού πληθυσμού των 4 σχολείων
Η Σελήνη είναι αστέρι.	20 (24,4%)	25 (26,5%)	-	-
Η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα	-	-	62 (75,6%)	69 (73,7%)
Εναλλακτικές ιδέες/ Απαντήσεις των μαθητών/τριών	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
Υποκείμενες ιδέες/Αιτίες				
Κυρίαρχη ιδέα:				
1. Ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις (Η Γη ως εμπόδιο για να φτάσει το φως του Ήλιου στη Σελήνη).	11 (55%)	16 (64%)	-	-
2. Η απόσταση της Σελήνης από τον ήλιο είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην φωτίζεται.	2 (10%)	-	-	-

3. Η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο.	-	-	44 (71%)	47 (68,2%)
4. Ο Ήλιος εμφανίζεται μόνο την ημέρα και η Σελήνη εμφανίζεται μόνο τη νύχτα. Γι' αυτό, η Σελήνη είτε φωτίζεται έμμεσα από τον Ήλιο, είτε από άλλες φωτεινές πηγές.	-	-	11 (17,8%)	16 (23,1%)
5. Εάν η Σελήνη ήταν αυτόφωτη δε θα εμφανιζόταν με διαφορετικά σχήματα στον ουρανό (φάσεις), αλλά θα έπρεπε να φωτίζεται ολόκληρη.	-	-	2 (3,2%)	2 (2,9%)
6. Η Σελήνη δεν αποτελεί πηγή φωτός.	-	-	3 (4,8%)	2 (2,9%)
7. Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	-	-	2 (3,2%)	2 (2,9%)
Μη αναφορά αιτιών				
8. Δεν αναφέρεται άλλος λόγος.	6 (30%)	5 (20%)	-	-
9. Ταυτολογική διατύπωση.	1 (5%)	4 (16%)	-	-



Ιδέες των μαθητών/τριών για την αυτόφωτη Σελήνη

Σχήμα 1: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες υποκειμένων εναλλακτικών ιδεών με αναφορά σε αιτία



Σχήμα 2: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες ιδεών και αιτιολογήσεις της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Από τους/τις 82 μαθητές/τριες του δείγματος STEM, οι 20 (24,4%) απάντησαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Όσον αφορά το δείγμα γενικού πληθυσμού, το οποίο διαμορφώθηκε από 94 μαθητές/τριες, η άποψη αυτή εκφράστηκε από τους/τις 25 (26,5%).

Αρχικά, διαπιστώνεται ότι όλοι/ες οι μαθητές/τριες ρητά ή έμμεσα εκφράζουν την άποψη ότι η Σελήνη είναι αστέρι καθώς θεωρούν ότι αποτελεί αυτόφωτο σώμα. Το γεγονός ότι θεωρούν τη Σελήνη ως άστρο το οποίο φωτοβολεί έχει εντοπιστεί και σε παλαιότερες έρευνες (Sharp 1996 ό.α. στο Χαλκιά 2006: 280, Bennachio, 2001). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Sharp, οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες αφενός δεν μπορούν να διακρίνουν με σαφήνεια τους όρους «πλανήτης», «άστρο» και «δορυφόρος» και αφετέρου η εναλλακτική ιδέα ότι η Σελήνη είναι αστέρι, αποτελεί μία από τις συνηθέστερες ιδέες τους για τη φύση της Σελήνης.

Σε δεύτερο στάδιο, εντοπίζονται οι υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες ή αλλιώς οι αιτίες οι οποίες οδηγούν τη σκέψη τους προς την κατεύθυνση αυτή. Να σημειωθεί ότι (οι υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες) διαχωρίζονται σε εκείνες οι οποίες αναφέρουν κάποια αιτία και σε εκείνες που δεν αναφέρουν καμία. Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα η οποία εμφανίστηκε με μεγαλύτερο ποσοστό στις απαντήσεις, ήταν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη δεν συνυπάρχουν ταυτόχρονα στον ουρανό καθώς βρίσκονται συνεχώς σε

εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις. Όσον αφορά το δείγμα των μαθητών/τριών STEM, η ιδέα αυτή δόθηκε από 55% ενώ από το δείγμα του γενικού πληθυσμού, δόθηκε από το 64%.

Οι μαθητές/τριες στην κατηγορία αυτή ταυτίζουν τη μέρα με την παρουσία του Ήλιου και τη νύχτα με την παρουσία της Σελήνης και εξηγούν ότι η Σελήνη, αφού δεν μπορεί να πάρει φως από κάποια πηγή, το παράγει μόνη της. Η εναλλακτική αυτή ιδέα έχει επίσης καταγραφεί σε προηγούμενες έρευνες (Casati 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 283, Sharp 1995, Vosniadou & Brewer 1994 ό.α. στο Κούτρα, 2009:27). Συγκεκριμένα, στο βιβλίο της Χαλκιά (2006), αναφέρεται ότι «οι περισσότεροι μαθητές αλλά και φοιτητές, φαίνεται να έχουν ταυτίσει τη μέρα με τον Ήλιο και τη νύχτα με τη Σελήνη». Ενδεικτικά, οι παρακάτω μαθητές/τριες απάντησαν:

Δείγμα STEM: «Συμφωνώ με τον μαθητή Β γιατί τη νύχτα ο Ήλιος φεύγει και πάει σε άλλη περιοχή. Άρα, η Σελήνη έχει δικό της φως».

Δείγμα STEM: «Η απουσία του Ηλίου τη νύχτα μας δείχνει ότι η Σελήνη είναι αστέρι και ότι μπορεί να φωτίζει».

Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Όταν ο Ήλιος βρίσκεται σε άλλο μέρος της Γης το οποίο έχει μέρα, τότε δε μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη».

Να σημειωθεί ότι στους/στις περισσότερους/ες μαθητές/τριες της κατηγορίας, φαίνεται ότι υποκρύπτεται άλλη μια κυρίαρχη ιδέα. Θεωρούν δηλαδή ότι, ο Ήλιος επειδή είναι από την άλλη μεριά έχει ως εμπόδιο τη Γη και δεν μπορεί το φως του να φτάσει στη Σελήνη. Δεν κατανοούν ότι ενώ στη Γη μπορεί να είναι νύχτα, ο Ήλιος μπορεί να είναι σε τέτοια θέση ώστε ταυτόχρονα να φωτίζει τη Σελήνη. Η ιδέα αυτή φανερώνει την αδυναμία τους να αντιληφθούν τα σχετικά μεγέθη Ηλίου, Γης και Σελήνης.

Η δεύτερη υποκείμενη ιδέα που καταγράφηκε μόνο από δύο μαθητές/τριες (20%) του δείγματος STEM ήταν ότι λόγω της απόστασης του Ηλίου, η Σελήνη δεν είναι δυνατόν να φωτίζεται από αυτόν και αποτελεί αυτόφωτο σώμα. Ο Ήλιος βρίσκεται τόσο μακριά από το δορυφόρο της Γης, με αποτέλεσμα οι ηλιακές ακτίνες να χάνονται στο διάστημα και να μην μπορούν να φτάσουν ως εκεί και να τον φωτίσουν. Οι συγκεκριμένοι/ες μαθητές/τριες, θεωρούν ότι το φως έχει πεπερασμένη διαδρομή η οποία δεν είναι αρκετά μεγάλη για να καλύψει την απόσταση Ηλίου – Σελήνης:

Δείγμα STEM: «Ο Ήλιος είναι πολύ μακριά και το φως του δεν φτάνει στη Σελήνη».

Οι μαθητές/τριες των οποίων οι απαντήσεις τους δεν δίνουν κάποιο επιπλέον στοιχείο για τις αιτίες που προκαλούν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, συμπεριλήφθησαν σε επόμενες υποκατηγορίες. Συγκεκριμένα, έξι μαθητές/τριες από το δείγμα STEM (30%) τεκμηριώνουν την άποψή τους αναφέροντας αποκλειστικά ότι η Σελήνη είναι αστέρι (υποκατηγορία 8). Το αντίστοιχο ποσοστό για το δείγμα γενικού πληθυσμού διαμορφώθηκε από πέντε μαθητές/τριες (20%). Περαιτέρω, υπήρξε ένα μικρό ποσοστό το οποίο έδωσε ταυτολογική απάντηση (υποκατηγορία 9). Ως ταυτολογία χαρακτηρίζεται μία απάντηση η οποία αναπαράγει την εκφώνηση χωρίς να προσθέτει κάποιο επιπλέον στοιχείο.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

Το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/τριών και από τα δύο δείγματα συμφώνησε με την άποψη του μαθητή Β ότι Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα. Συγκεκριμένα, το 75,6% από το δείγμα STEM (62 μαθητές/τριες) και το 73,5% από το δείγμα του γενικού πληθυσμού (69 μαθητές/τριες) υποστήριξε την άποψη αυτή.

Όσον αφορά τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, εντοπίστηκαν τέσσερις βασικές κατηγορίες αιτιών. Αρχικά, το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/τριών και από τα δύο δείγματα, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ανέφερε ότι αυτό συμβαίνει επειδή φωτίζεται από τον Ήλιο (υποκατηγορία 3). Συγκεκριμένα, το 71% από τους/τις μαθητές/τριες του δείγματος STEM (44 μαθητές/τριες) και αντίστοιχα το 68,2% (47 μαθητές/τριες) του δείγματος του γενικού πληθυσμού, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, απάντησαν:

Δείγμα STEM/Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο γι αυτό μπορούμε και τη βλέπουμε. Δεν έχει δικό της φως».

Παράλληλα, μέσα από την εξέταση και των σχεδίων στην ερώτηση 2, εντοπίστηκε ένα κοινό χαρακτηριστικό στις απαντήσεις των περισσότερων μαθητών/τριών της κατηγορίας. Συγκεκριμένα, σχεδιάζουν τον Ήλιο σε τέτοια θέση από την οποία μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας (σχέδια 8, 9). Φαίνεται δηλαδή ότι οι περισσότεροι/ες ξεπερνάνε την εναλλακτική ιδέα ότι η Σελήνη και ο Ήλιος βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις.

Η τέταρτη υποκατηγορία διαμορφώθηκε από τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες φαίνεται να ταυτίζουν τη μέρα με την παρουσία του Ηλίου και τη νύχτα με την παρουσία της Σελήνης. Η ιδέα αυτή είχε εντοπιστεί και από κάποιους/ες μαθητές/τριες που θεωρούν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Ωστόσο, στην περίπτωση που εξετάζεται, η συγκεκριμένη ιδέα δεν τους/τις εμποδίζει να αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο. Η συγκεκριμένη ερμηνεία δόθηκε από 11 μαθητές/τριες του δείγματος STEM (17,8%) και από δεκαέξι μαθητές/τριες του δείγματος του γενικού πληθυσμού (23,1%). Όλοι/ες τους προχώρησαν σε περαιτέρω εξήγηση της ερμηνείας τους, οι οποίες θα εξεταστούν παρακάτω.

Επιπλέον, παρατηρείται ότι κάποιοι/ες μαθητές/τριες και από τις δύο παραπάνω υποκατηγορίες, σχεδίασαν τον Ήλιο μεγαλύτερο από τη Γη και τη Σελήνη. Με τον τρόπο αυτό, ακόμα κι εάν θεωρούν ότι τα δύο σώματα βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, δεν οδηγούνται στην άποψη ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη (π.χ. σχήματα 17α και 17β).

Οι υπόλοιπες υποκατηγορίες εμφανίστηκαν με πολύ μικρότερα ποσοστά. Η πέμπτη υποκατηγορία διαμορφώθηκε από τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες ανέφεραν ότι το γεγονός πως η Σελήνη έχει διαφορετικές φάσεις, αποδεικνύει ότι είναι ετερόφωτο σώμα. Εάν ήταν αυτόφωτο, θα έπρεπε να φαίνεται συνεχώς ολόκληρη. Σε αυτήν συμπεριλήφθησαν δύο μαθητές/τριες από κάθε δείγμα. Ενδεικτικά, μαθητής/τρια της κατηγορίας απάντησε:

Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Μία πηγή φωτός όπως ο Ήλιος, πρέπει να φαίνεται συνεχώς φωτισμένη ολόκληρη. Άρα αφού η Σελήνη φαίνεται με διάφορα σχήματα, σημαίνει ότι δεν είναι φωτεινή πηγή».

Η επόμενη υποκατηγορία αιτιολογήσεων διαμορφώθηκε από εκείνους/ες οι οποίοι/ες δήλωσαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη επειδή αντιλαμβάνονται ότι δεν αποτελεί πηγή φωτός. Ωστόσο, οι μαθητές/τριες αυτοί δεν αναφέρονται στο γεγονός ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη. Τέλος, δύο μαθητές/τριες από κάθε δείγμα δεν απάντησαν καθόλου. Στη συνέχεια, καταγράφονται οι μηχανισμοί μέσω των οποίων: α) οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, θεωρούν ότι παράγει το φως της και β) οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη εξηγούν τις απόψεις τους.

Πίνακας 1.2Α: Ερώτηση 1 και 1 Α				
Μηχανισμοί παραγωγής του φωτός της Σελήνης	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) των μαθητών/τριών που παρακολουθούν μαθήματα STEM	N (%) του γενικού πληθυσμού των 4 σχολείων	N (%) των μαθητών/τριών που παρακολουθούν μαθήματα STEM	N (%) του γενικού πληθυσμού των 4 σχολείων
1. Η Σελήνη αποθηκεύει το φως από τον ήλιο (κατά την ανατολή ή τη δύση, όπου και συνευρίσκονται για μικρό χρονικό διάστημα).	4 (20%)	4 (16%)	-	-
2. Το εσωτερικό της Σελήνης παράγει φως.	3 (15%)	3 (12%)	-	-
3. Το έδαφος της Σελήνης παράγει φως.	3 (15%)	-	-	-
4. Η Σελήνη παράγει ενέργεια.	-	2 (8%)	-	-
5. Χωρίς ερμηνεία.	10 (50%)	16 (64%)	32 (51,6%)	32 (46,6%)
6. Χωρίς μηχανισμό με απλή δήλωση (Ο Ήλιος είναι αυτόφωτος και η Σελήνη ετερόφωτη).	-	-	7 (11,4%)	17 (24,7%)
7. Ο Ήλιος κρύβεται πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας και έτσι τη φωτίζει χωρίς ο ίδιος να φαίνεται.	-	-	10 (16,1%)	9 (13,1%)
8. Οι ηλιακές ακτίνες ανακλώνται στη Σελήνη.	-	-	9 (14,5%)	4 (5,9%)
9. Οι ηλιακές ακτίνες	-	-	3 (4,8%)	-

ανακλώνται στη Γη και φωτίζουν τη Σελήνη.				
10. Η Σελήνη αποθηκεύει φως από τον Ήλιο κατά την ανατολή και τη δύση του γιατί μόνον τότε τα 2 σώματα συμπίπτουν στον ουράνιο θόλο.	-	-	1 (1,6%)	5 (7,3%)
11. Η Σελήνη φωτίζεται από γειτονικά αστέρια.	-	-	-	2 (2,4%)

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Συγκεκριμένα, τέσσερις μαθητές/τριες και από τα δύο δείγματα (20% και 16% αντίστοιχα) ανέφεραν ότι η Σελήνη αποθηκεύει το φως του Ηλίου και μετά λειτουργεί ως αυτόφωτη. Επιπλέον, προσδιόρισαν ότι αυτό συμβαίνει κατά τη δύση του Ηλίου καθώς τα δύο σώματα συνυπάρχουν για λίγο στον ουρανό. Στη συνέχεια, λειτουργεί ως φωτεινή πηγή κατά τα διάρκεια της νύχτας. Για παράδειγμα μαθητής/τρια του δείγματος STEM απάντησε ότι:

Δείγμα STEM: «Ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη και αυτή αποθηκεύει το φως του. Όταν δέει, εκείνη βγαίνει στον ουρανό και φωτίζει».

Αντίστοιχα, τρεις μαθητές/τριες και από τα δύο δείγματα, θεωρούν ότι το φως της Σελήνης παράγεται από το εσωτερικό της, στο οποίο βρίσκονται υλικά τα οποία μπορούν να φωτίσουν το χώρο:

Δείγμα STEM: «Το φως της Σελήνης παράγεται από το εσωτερικό της. Ο πυρήνας της αποτελείται από τέτοια υλικά τα οποία δημιουργούν φως».

Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Η Σελήνη έχει φως γιατί είναι αστέρι. Ο πυρήνας στο εσωτερικό της το παράγει».

Η ερμηνεία ότι τα υλικά στο έδαφος της Σελήνης είναι η πηγή φωτός της, αναφέρθηκε μόνο απο τρεις μαθητές/τριες του δείγματος STEM. Ως υλικά, ανέφεραν πετρώματα, κρατήρες, ηφαίστεια:

Δείγμα STEM: *«Η Σελήνη παράγει το δικό της φως από ηφαίστεια που έχει πάνω της».*

Αντιθέτως, δύο μαθητές/τριες αποκλειστικά από το δείγμα γενικού πληθυσμού, ανέφεραν ότι η Σελήνη παράγει ενέργεια με τον τρόπο που τον παράγει ο Ήλιος και γι αυτό φωτοβολεί. Η συγκεκριμένη ερμηνεία θα είχε ίσως ενδιαφέρον να διερευνηθεί περαιτέρω:

Δείγμα γενικού πληθυσμού: *«Η Σελήνη επειδή είναι αστέρι έχει πολλή ενέργεια και γι αυτό έχει και φως».*

Διαπιστώνεται ότι μεγάλο μέρος των μαθητών/τριών που απάντησαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, δεν προσπάθησαν να δώσουν κάποιον ερμηνευτικό μηχανισμό για να εξηγήσουν το πώς αυτό επιτυγχάνεται. Αφενός, το 50% των μαθητών/τριών από το δείγμα STEM (10 μαθητές/τριες) και αφετέρου το 64% από το δείγμα γενικού πληθυσμού (16 μαθητές/τριες), δεν προχώρησαν στην διατύπωση κάποιου μηχανισμού παραγωγής του φωτός της Σελήνης.

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να σχολιαστεί η προσθετική αξία της ερώτησης 1.Α. Για το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/τριών λειτούργησε ως ερώτηση επιβεβαίωσης των απαντήσεων που έδωσαν στο προηγούμενο ερώτημα. Η ουσιώδης συνεισφορά της ήταν ότι συνέβαλε στην κατηγοριοποίηση απαντήσεων οι οποίες ήταν αόριστες στην ερώτηση 1.

Για παράδειγμα, μαθητής/τρια ο/η οποίος/α απάντησε στην ερώτηση 1 ότι η Σελήνη έχει δικό της φως χωρίς κάποιο επιπλέον στοιχείο, στην 1.Α. ανέφερε ότι αυτό συμβαίνει επειδή αποθηκεύει το φως από τον Ήλιο. Επίσης, η ιδέα ότι η Σελήνη είναι η ίδια ένα άστρο και γι αυτό ακτινοβολεί, εντοπίστηκε κυρίως μέσα από τις απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα.

Τέλος, η ερώτηση 1.Α., βάζοντας τους/τις μαθητές/τριες σε ένα δεύτερο επίπεδο σκέψης, λειτούργησε ως ερώτηση αναδόμησης για έναν/μία μαθητή/τρια από το δείγμα STEM. Ο/η συγκεκριμένος/η, είχε δηλώσει αρχικά ότι η Σελήνη φωτίζει και γι αυτό τη βλέπει. Στο αμέσως επόμενο ερώτημα, διόρθωσε την αρχική του/της άποψη και έγραψε ότι:

Δείγμα STEM: *«Ο Ήλιος με τις ακτίνες του χτυπάει τη Σελήνη και έτσι φαίνεται να έχει δικό της φως».*

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

Όσον αφορά τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/τριών από τα δύο δείγματα, δεν προχώρησε σε ένα επόμενο στάδιο ερμηνείας της αιτιολόγησής του. Συγκεκριμένα, η πέμπτη υποκατηγορία διαμορφώθηκε από τριάντα-δύο (32) μαθητές/τριες αντίστοιχα, με τους/τις περισσότερους/ες από αυτούς/ές να προέρχονται από την τρίτη υποκατηγορία του πίνακα 1.1A (Η Σελήνη φωτίζεται από τον ήλιο). Επιπλέον, επτά μαθητές/τριες από το δείγμα STEM και δεκαεφτά από το δείγμα γενικού πληθυσμού, χαρακτήρισαν τον Ήλιο ως αυτόφωτο σώμα και τη Σελήνη ως ετερόφωτο, χωρίς όμως να κάνουν λόγο για τον μηχανισμό μέσω του οποίου φωτίζεται.

Επίσης, ορισμένοι/ες μαθητές/τριες από την ίδια υποκατηγορία αιτιολογήσεων, αναφέρθηκαν στην ανάκλαση των ηλιακών ακτινών. Η ερμηνεία αυτή δόθηκε από το 19,3% (12 μαθητές/τριες) και το 5,9% (4 μαθητές/τριες) των μαθητών/τριών των δύο δειγμάτων αντίστοιχα, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Συγκεκριμένα, εννέα μαθητές/τριες της κατηγορίας από το δείγμα STEM και όλοι από το δείγμα του γενικού πληθυσμού, ανέφεραν ότι οι ηλιακές ακτίνες ανακλώνται στη Σελήνη και μετά έρχονται προς τη Γη. Επιπλέον, τρεις μαθητές/τριες μόνο από το δείγμα STEM, απάντησαν ότι οι ηλιακές ακτίνες χρειάζεται να έρθουν πρώτα στη Γη και στη συνέχεια να πάνε στη Σελήνη ώστε εκείνη να φωτιστεί. Η ιδέα αυτή εμφανίζει στοιχεία του μοντέλου του ενεργού ρόλου του ματιού για το οποίο θα γίνει λόγος στη συνέχεια. Ενδεικτικά, μαθητές/τριες απάντησαν:

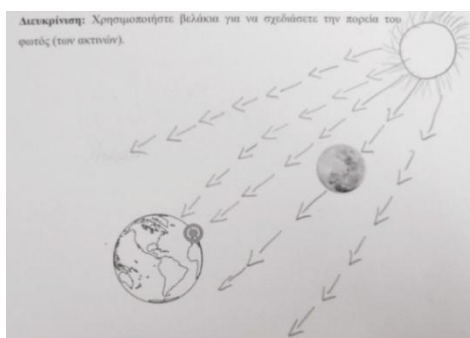
Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Το φως του ήλιου κάνει ανάκλαση πάνω στη Σελήνη και μετά έρχεται προς τη Γη όπου βρισκόμαστε εμείς και τη βλέπουμε».

Δείγμα STEM: «Το φως του ήλιου ανακλάται στη Γη και μετά πάει στη Σελήνη για να τη φωτίσει».

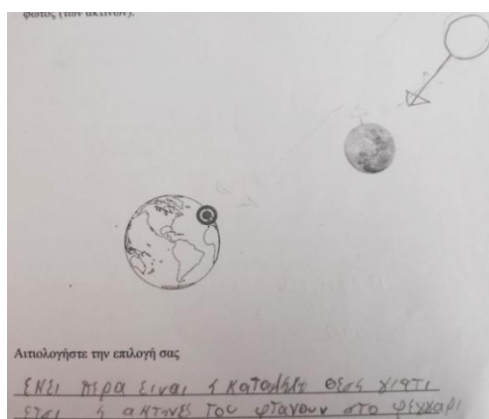
Δέκα μαθητές/τριες από το δείγμα STEM και εννέα μαθητές/τριες αντίστοιχα από το γενικό πληθυσμό, δήλωσαν ότι ο Ήλιος πηγαίνει πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας. Θεωρούν ότι από αυτή τη θέση, μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη και ταυτόχρονα να μην είναι ορατός στο νυχτερινό ουρανό. Η ερμηνεία αυτή δόθηκε κυρίως από μαθητές/τριες οι οποίοι είχαν υποστηρίξει ότι ο Ήλιος και η Σελήνη δε συνυπάρχουν στον ουρανό. Παράλληλα, πρέπει να σχολιαστεί ότι οι

συγκεκριμένοι/ες μαθητές/τριες, παρόλο που συμφωνούν ως προς τη θέση του Ηλίου (πίσω από τη Σελήνη), παρουσίασαν διαφορετικές εναλλακτικές ιδέες όσον αφορά το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για έναν/μία παρατηρητή/τρια από τη Γη.

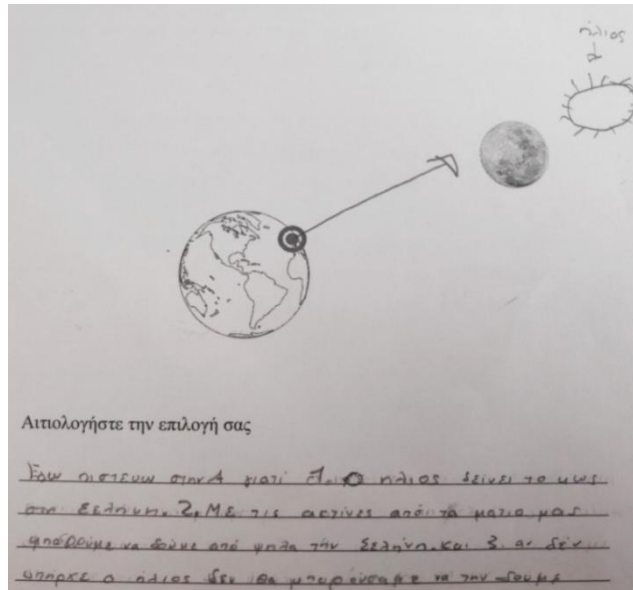
Αρχικά, κάποιοι/ες εστίασαν αποκλειστικά στον Ήλιο και θεωρούν ότι το φως περνάει πάνω/μέσα από τη Σελήνη και φτάνει στη Γη (σχέδιο 1α). Άλλοι/ες θεώρησαν ότι αρκεί ο Ήλιος να φωτίζει τη Σελήνη από τη θέση αυτή (σχέδιο 1β) ενώ μία μικρή μερίδα μαθητών/τριών υποστήριξε ότι ο Ήλιος πρέπει να βρίσκεται πίσω από τη Σελήνη και ταυτόχρονα ο/η παρατηρητής/τρια να στέλνει ακτίνες από τα μάτια του/της προς τη Σελήνη (σχέδιο 1γ). Σε όλες τις περιπτώσεις η Σελήνη δεν έχει κάποιο ενεργό ρόλο. Οι μαθητές/τριες φανερώνουν με αυτόν τον τρόπο τις εναλλακτικές τους ιδέες για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα, οι οποίες θα σχολιαστούν παρακάτω. Επιπλέον, όπως φαίνεται στα σχέδια τους, κοινό χαρακτηριστικό των μαθητών/τριών που παρουσιάζουν αυτή τη συλλογιστική είναι ότι δεν αντιλαμβάνονται τα σχετικά μεγέθη Ηλίου – Γης – Σελήνης.



Σχέδιο 1α: Ο Ήλιος βρίσκεται πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)



Σχέδιο 1β: Ο Ήλιος βρίσκεται πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)



Σχέδιο 1γ: Ο Ήλιος βρίσκεται πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Όσον αφορά τους/τις υπόλοιπους/ες μαθητές/τριες οι οποίοι/ες είχαν υποστηρίξει ότι, παρόλο που η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ο Ήλιος απουσιάζει τη νύχτα από τον ουρανό, πέντε από το δείγμα γενικού πληθυσμού και ένας/μία από το δείγμα STEM, έκαναν λόγο για αποθήκευση του φωτός του Ηλίου από τη Σελήνη. Ορισμένοι/ες προσδιόρισαν ότι η Σελήνη φωτίζεται κατά τη δύση του Ηλίου όπου τα δύο σώματα συνυπάρχουν για ένα μικρό χρονικό διάστημα στον ουρανό ενώ οι υπόλοιποι/ες δεν προσδιόρισαν τη χρονική στιγμή που συμβαίνει αυτό. Επιπλέον, δύο μαθητές/τριες του γενικού πληθυσμού, ανέφεραν ότι παρόλο που ο Ήλιος λείπει τη νύχτα, η Σελήνη φωτίζεται από άλλα αστέρια. Ενδεικτικά:

Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Η Σελήνη φωτίζεται και από τον Ήλιο και από άλλα αστέρια που υπάρχουν στον γαλαξία μας. Από εκεί παίρνει το φως της».

Κοντολογία, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη παρουσιάζουν τις εξής γενικές τάσεις στις αιτιολογήσεις τους:

α) Κύρια τάση: Ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη χωρίς να αναφέρουν κάποιο μηχανισμό (με εξαίρεση ένα μικρό ποσοστό το οποίο αναφέρεται στην ανάκλαση ακτίνων από τη Σελήνη ή από τη Γη). Ωστόσο, οι περισσότεροι/ες τοποθετώντας τον Ήλιο σε κατάλληλη θέση, αντιλαμβάνονται ότι μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη τη νύχτα. Δεν τοποθετούν τα δύο σώματα σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη. Κάποιοι από αυτούς/ές λαμβάνουν υπόψη και τα σχετικά μεγέθη των τριών σωμάτων.

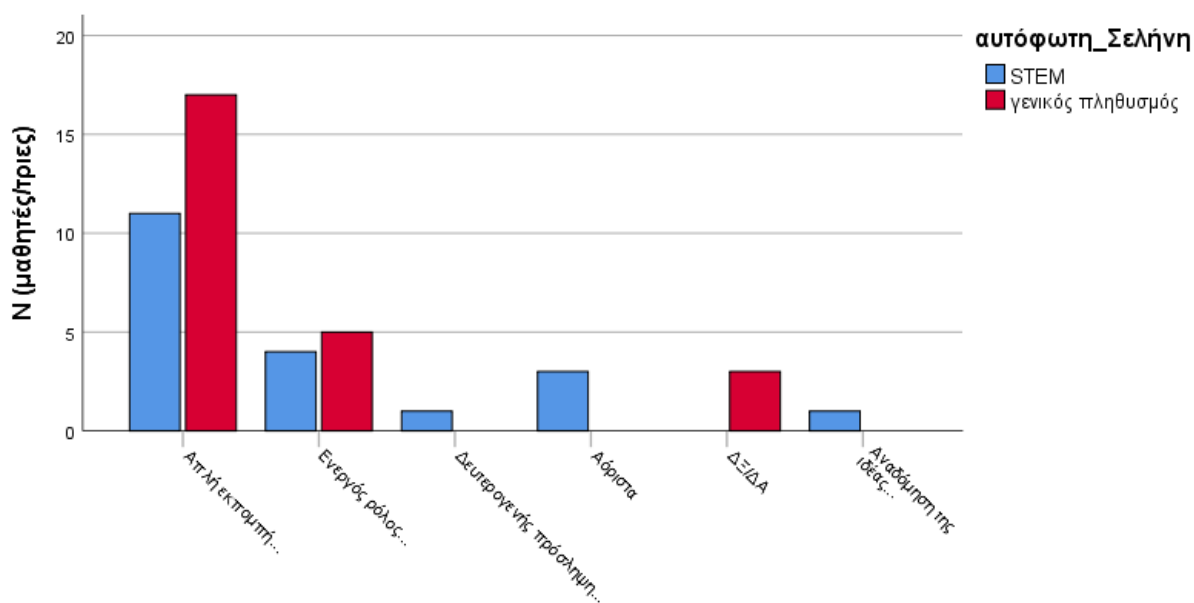
Παράλληλα, ανάμεσα στους/στις μαθητές/τριες που παρουσιάζουν την κύρια τάση αιτιολόγησης της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ένα μικρό ποσοστό τους παρουσιάζει την εναλλακτική ιδέα ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις. Ωστόσο, υποστηρίζουν την άποψή τους, λαμβάνοντας αποκλειστικά υπόψη τα σχετικά μεγέθη.

β) Δευτερεύουσα τάση: ο Ήλιος εμφανίζεται την ημέρα και η Σελήνη τη νύχτα. Ξεπερνάνε την ιδέα αυτή είτε τοποθετώντας τον Ήλιο πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας, είτε κάνοντας λόγο για αποθήκευση του φωτός του Ηλίου. Δεν αντιλαμβάνονται τα σχετικά μεγέθη αλλά αυτό δεν τους/τις εμποδίζει να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

3.6.2 Ερώτηση 2

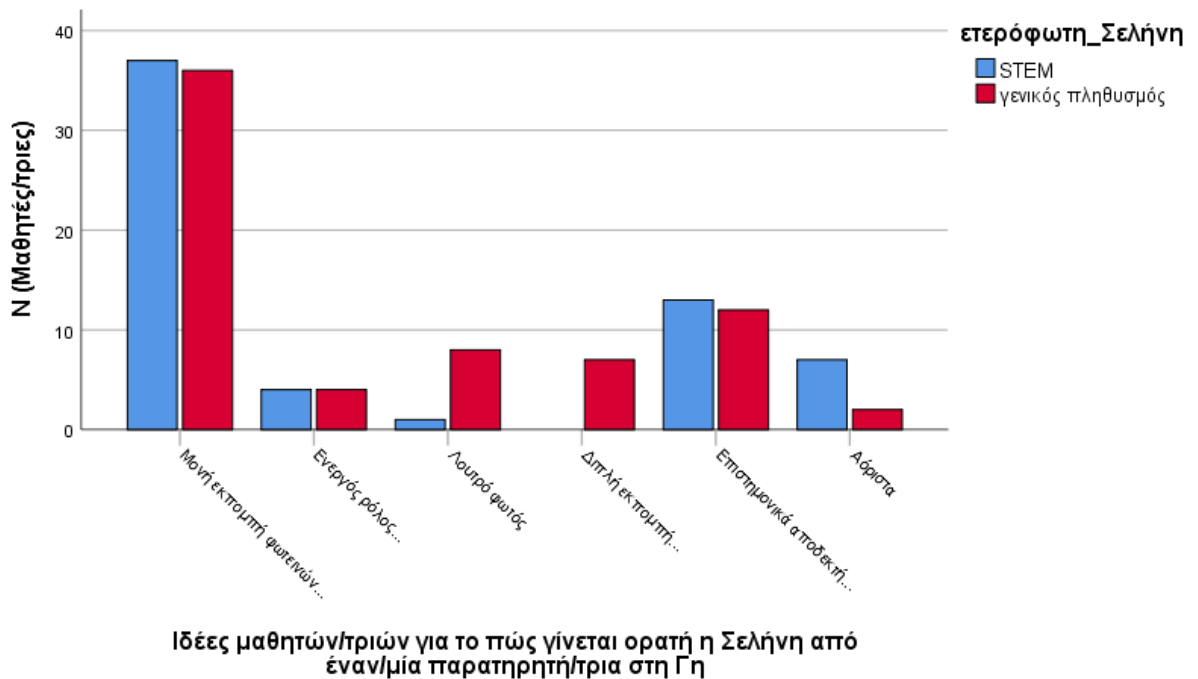
Πίνακας 2Α: Ερώτηση 2				
Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη				
Εναλλακτικές ιδέες/ Απαντήσεις των μαθητών/τριών	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
Απλή εκπομπή από το αυτόφωτο αντικείμενο (Σελήνη) προς τον/την παρατηρητή/τρια.	11 (55%)	17 (68%)	-	-
Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (Ήλιος) προς το αντικείμενο (Σελήνη).	-	-	37 (59,8%)	36 (52,2%)
Ενεργός ρόλος ματιού (Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από το μάτι του/της παρατηρητή/τριας προς τη Σελήνη).	4 (20%)	5 (20%)	4 (6,4%)	4 (5,8%)
Δευτερογενής πρόσληψη και εκπομπή: Σελήνη (φωτεινή πηγή) – μάτι παρατηρητή/τριας – Σελήνη (φωτεινή πηγή).	1 (5%)	-	-	-
Λουτρό φωτός (από τον Ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις).	-	-	1 (1,6%)	8 (11,5%)

Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή (Ηλιος) προς τον/την παρατηρητή/τρια και προς το αντικείμενο (Σελήνη).	-	-	-	7 (10,1%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (Ηλιος – Σελήνη – Γη).	-	-	13 (20,9%)	12 (17,5%)
Αόριστα	3 (15%)	-	7 (11,3%)	2 (2,9%)
Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	-	3 (12%)	-	-
Αναδόμηση της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.	1 (5%)	-	-	-



Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη

Σχήμα 3: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη.



Σχήμα 4: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη

Στην ερώτηση 2, οι υποκατηγορίες των απαντήσεων, αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

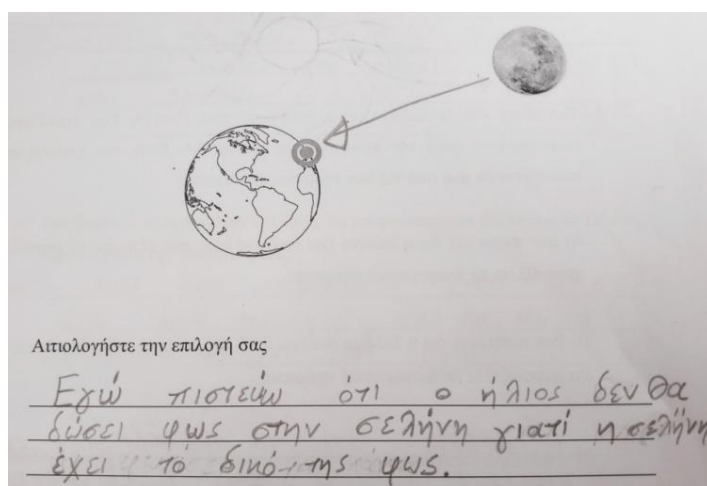
Οι μαθητές/τριες τοποθετούνται σε ένα συγκεκριμένο σημείο πάνω στη Γη από το οποίο παρατηρούν τη Σελήνη. Οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, πρέπει αρχικά να αποφασίσουν εάν χρειάζεται ο Ήλιος για να τη δουν και να τον σχεδιάσουν σε μία ορισμένη θέση. Στη συνέχεια, πρέπει να σχεδιάσουν την πορεία των φωτεινών ακτίνων έτσι ώστε να μπορούν να δουν τη Σελήνη.

Αναμενόταν να μην σχεδιάσουν τον Ήλιο σε κάποια θέση αλλά να ορίσουν την ίδια τη Σελήνη ως φωτεινή πηγή. Πράγματι, όλοι/ες οι μαθητές/τριες είχαν αυτήν την πορεία σκέψης, ενώ ελάχιστοι/ες ήταν εκείνοι/ες που απάντησαν αόριστα ή δεν απάντησαν καθόλου. Αντιθέτως, όλοι/ες οι μαθητές/τριες που υποστήριζαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, επέλεξαν να σχεδιάσουν τον Ήλιο.

Η κυρίαρχη άποψη των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, όσον αφορά το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια από τη

Γη, ήταν το μοντέλο του «φωτός που φτάνει στο μάτι» (Reception model) από το αυτόφωτο σώμα (Σελήνη) (σχέδιο 2), (Guesne 1985). Συγκεκριμένα, έντεκα μαθητές/τριες (55%) από το δείγμα STEM, και δεκαεφτά μαθητές/τριες του κυρίως δείγματος (68%) απάντησαν κατά αυτόν τον τρόπο.

Να τονιστεί βέβαια ότι οι μαθητές/τριες απαντούν έχοντας υπόψη ότι η Σελήνη αποτελεί μία φωτεινή πηγή. Επομένως, η απάντησή τους όσον αφορά το πώς γίνεται ορατό ένα αυτόφωτο σώμα για έναν/μία παρατηρητή/τρια από τη Γη, θεωρείται επιστημονικά αποδεκτή.



Σχέδιο 2: Απλή εκπομπή από το αυτόφωτο αντικείμενο (Σελήνη) προς τον παρατηρητή (αυτόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM).

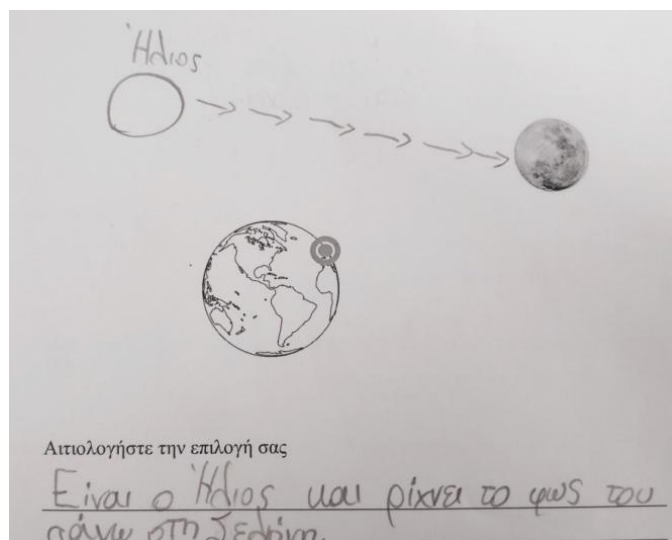
Αντιθέτως, η κυρίαρχη άποψη των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ήταν ότι αρκεί ο Ήλιος να φωτίζει τη Σελήνη προκειμένου εκείνη να είναι ορατή. Αναλυτικότερα, το 59,8% (37 μαθητές/τριες) των μαθητών/τριών του δείγματος STEM, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, απάντησε κατά αυτόν τον τρόπο. Το αντίστοιχο ποσοστό για το δείγμα του γενικού πληθυσμού ανέρχεται στο 52,2% (36 μαθητές/τριες).

Ουσιαστικά, σύμφωνα με τις έρευνες που αναφέρονται στο βιβλίο της Χαλκιά (Guesne, 1985, Anderson & Karrqvist, 1983, Ramadas & Driver, 1989, Osborne et al., 1993, Selley, 1996, Ραβάνης, 2000, ό. α. στο Χαλκιά, 2012: 412), σχεδίασαν το μοντέλο της μονής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή (Ήλιος) προς το αντικείμενο (Σελήνη) το οποίο βλέπει ο παρατηρητής (σχέδιο 3),

Το μεγάλο ποσοστό των μαθητών/τριών στην πρώτη υποκατηγορία, επιβεβαιώνει τις απαντήσεις τους στο προηγούμενο ερώτημα. Οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται ότι η

Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο αλλά δε μπορούν να εξηγήσουν τον τρόπο με τον οποίο είναι ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια στη Γη. Ενδεικτικά, οι συγκεκριμένοι μαθητές/τριες απάντησαν και σχεδίασαν τα εξής:

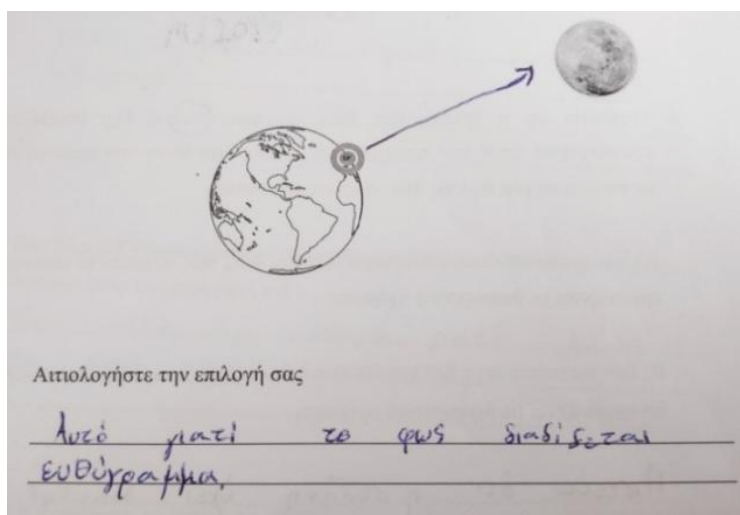
Δείγμα STEM/Δείγμα γενικού πληθυσμού: «Οι ακτίνες του φωτός ξεκινάνε από τον Ήλιο, πηγαίνουν στη Σελήνη και γι αυτό ο παρατηρητής τη βλέπει».



Σχέδιο 3: Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από πηγή (Ήλιος) προς το αντικείμενο (Σελήνη) (ετερόφωτη Σελήνη - Δείγμα STEM)

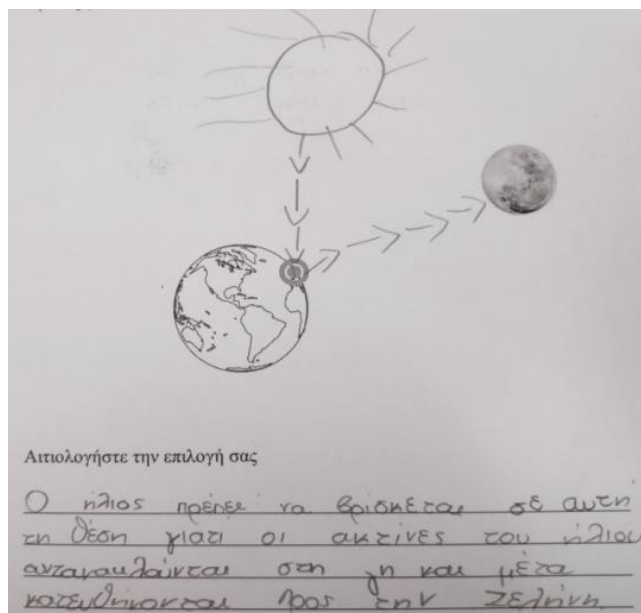
Στους/στις υπόλοιπους/ες μαθητές/τριες των δύο δειγμάτων, εντοπίστηκαν με μικρό ποσοστό κάποια επιπλέον κοινά εναλλακτικά μοντέλα τα οποία αναλύονται παρακάτω και έχουν επίσης αναφερθεί στις έρευνες οι οποίες αναφέρονται στο βιβλίο της Χαλκιά. Για λόγους συντομίας, θα αναφέρεται η σελίδα του βιβλίου στην οποία παραπέμπει το καθένα.

Η ιδέα του ενεργού ρόλου του ματιού, από το οποίο ξεκινάνε οι φωτεινές ακτίνες και φτάνουν προς τη Σελήνη, εντοπίστηκε με το ίδιο ακριβώς ποσοστό και στα δύο δείγματα από τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Κατά το μοντέλο αυτό, ένα αντικείμενο (Σελήνη) γίνεται ορατό επειδή το μάτι ως πομπός, εκπέμπει φωτεινές ακτίνες προς εκείνο (ό.α. στο Χαλκιά 2012: 415). Η άποψη αυτή, εκφράστηκε από τέσσερις και πέντε μαθητές/τριες αντίστοιχα (20%) (σχέδιο 2). Ουσιαστικά, αποτελεί την πρώτη ισχυρή εναλλακτική ιδέα τους η οποία παρουσιάζεται.

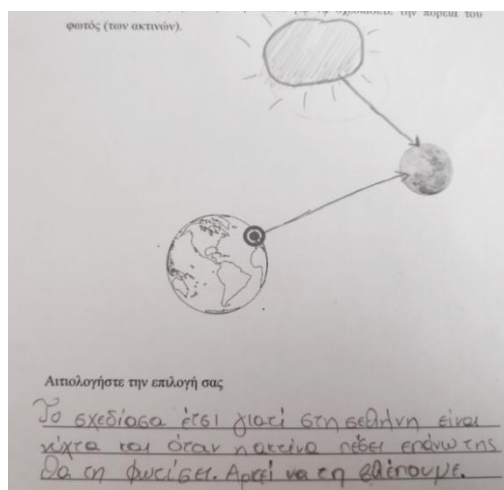


Σχέδιο 4: Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από το μάτι προς το αυτόφωτο αντικείμενο (Σελήνη)
(αυτόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Όσον αφορά τους/τις μαθητές/τριες που παρουσίασαν την άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, τέσσερις μαθητές/τριες από το κάθε δείγμα αναφέρθηκαν με δύο τρόπους στον ενεργό ρόλο του ματιού. Δύο μαθητές/τριες από το κάθε δείγμα ανέφεραν ότι το φως πρέπει πρώτα να πάει προς τον παρατηρητή και μετά από εκεί προς τη Σελήνη (σχέδιο 5). Ουσιαστικά, πρόκειται για το μοντέλο της υποκινούμενης εκπομπής (ό.α. στο Χαλκιά 2012: 416). Οι άλλοι/ες δύο, ανέφεραν ότι ο Ήλιος υπάρχει και φωτίζει τη Σελήνη αλλά για να γίνει ορατή, αρκεί ο παρατηρητής να την κοιτάξει (σχέδιο 6).



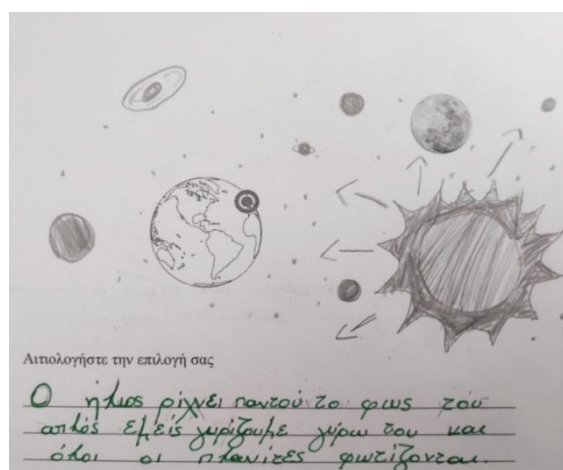
Σχέδιο 5: Ενεργός ρόλος ματιού (α) / Υποκινούμενη εκπομπή (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)



Σχέδιο 6: Ενεργός ρόλος ματιού (β) / εκπομπή ακτίνων προς το αντικείμενο (Σελήνη) τόσο από την φωτεινή πηγή (Ήλιος), όσο και από τον παρατηρητή (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

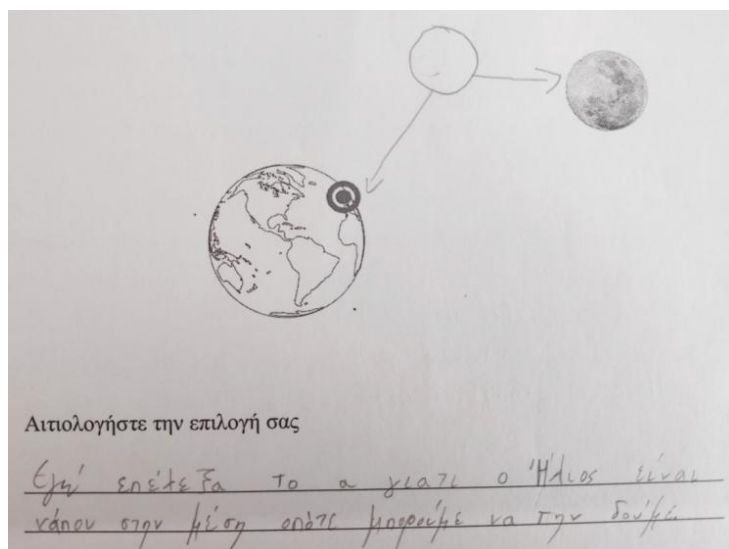
Στις υπόλοιπες εναλλακτικές ιδέες δεν παρουσιάστηκαν ομοιότητες μεταξύ των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Από τους πρώτους, μόνο ένας/μία μαθητής/τρια του δείγματος STEM, ανέφερε ότι το φως έρχεται πρώτα από τη Σελήνη προς τα μάτια του παρατηρητή και προκειμένου να τη δει, το φως πρέπει να επιστρέψει πίσω.

Από τους δεύτερους, η ιδέα του λουτρού φωτός (σχέδιο 7) παρουσιάστηκε από οχτώ μαθητές/τριες του γενικού πληθυσμού και έναν/μία μαθήτρια του δείγματος STEM. Κριτήριο για να χαρακτηριστεί μία απάντηση ως «λουτρό φωτός» ήταν να αναφέρεται στη διάχυση των φωτεινών ακτίνων από την πηγή (Ήλιο) προς όλο το χώρο. Η διαφορά με την ιδέα της μονής εκπομπής από την πηγή (Ήλιο) προς το αντικείμενο (Σελήνη), είναι ότι οι μαθητές/τριες θεωρούν πως οι φωτεινές ακτίνες «γεμίζουν» όλο το χώρο και δεν κατευθύνονται αποκλειστικά στη Σελήνη.



Σχέδιο 7: Λουτρό φωτός (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Επιπλέον, εφτά μαθητές/τριες μόνο από το δείγμα γενικού πληθυσμού, σχεδίασαν το μοντέλο της διπλής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το μάτι και προς το αντικείμενο (ό.α. στο Χαλκιά, 2012: 414). Τοποθέτησαν τον Ήλιο στο κέντρο και ψηλότερα από τα δύο σώματα και σχεδίασαν δύο ακτίνες, μία προς το σημείο του παρατηρητή στη Γη και μία προς τη Σελήνη (σχέδιο 8).

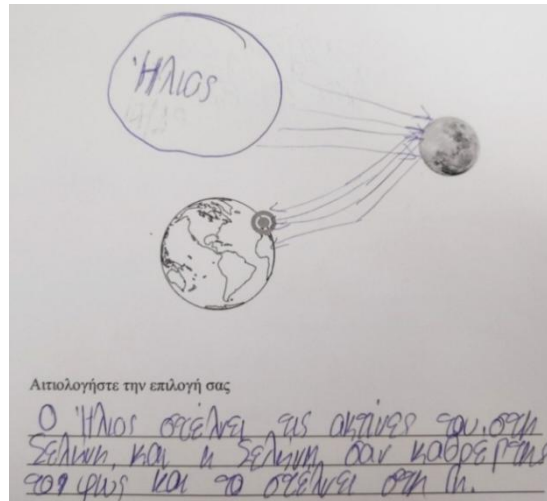


Σχέδιο 8: Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή τόσο προς το αντικείμενο όσο και προς το μάτι (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Η επιστημονική άποψη δόθηκε μόνο από μαθητές/τριες που παρουσίασαν την άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Δεκατρείς μαθητές/τριες (20,9%) και δώδεκα μαθητές/τριες (17,5%) αντίστοιχα, έδωσαν απαντήσεις επιστημονικά αποδεκτές. Σύμφωνα με την Χαλκιά (2012: 419), κριτήριο για να μπουν σε αυτή την κατηγορία ήταν να σχεδιάσουν μία ακτίνα ή δέσμη φωτός από τον Ήλιο προς τη Σελήνη και από τη Σελήνη στη Γη. Επιπλέον, να αναφέρουν στην απάντησή τους όρους «ανάκλαση», «απορρόφηση» και «επανεκπομπή» φωτεινών ακτινών ή κάποιους από αυτούς (σχέδιο 9). Ενδεικτικά απάντησαν ότι:

Δείγμα STEM: «Το φως ξεκινάει από τον Ήλιο, πάει στη Σελήνη και κάνει ανάκλαση προς τη Γη. Μερικές ακτίνες απορροφούνται στη Σελήνη.»

Τα σχέδια τους ήταν ως εξής:



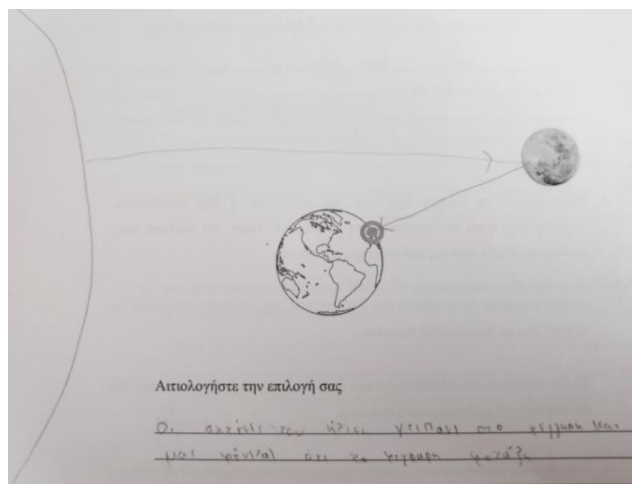
Σχέδιο 9: Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (Ήλιος – Σελήνη – Γη) (ετερόφωτη Σελήνη – δείγμα STEM)

Τα ποσοστά των απαντήσεων οι οποίες ήταν αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν, διαμορφώθηκαν από τρεις μαθητές/τριες του δείγματος STEM (αυτόφωτη Σελήνη), επτά μαθητές/τριες του δείγματος STEM (ετερόφωτη Σελήνη) και δύο μαθητές/τριες από το δείγμα γενικού πληθυσμού (ετερόφωτη Σελήνη). Παράλληλα, τρεις μαθητές/τριες από το δείγμα γενικού πληθυσμού, οι οποίοι/ες ήταν υπέρ της άποψης ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, δεν έδωσαν καμία απάντηση. Όπως βλέπουμε, οι μαθητές/τριες του δείγματος STEM παρουσιάζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό απαντήσεις οι οποίες κρίθηκαν ως αόριστες. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στην προσπάθειά τους να συνδυάσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες με επιστημονικές γνώσεις που ίσως έχουν αποκτήσει από τις άτυπες μορφές μάθησης (Vosniadou 1994, ό.α. στο Halkia & Starakis 2010).

Τέλος, για έναν/μία μαθητή/τρια του δείγματος STEM, η συγκεκριμένη ερώτηση λειτούργησε ως ερώτηση αναδόμησης. Στην ερώτηση 1 είχε δηλώσει ότι, η Σελήνη είναι αυτόφωτη επειδή ο Ήλιος είναι πολύ μακριά και δεν μπορεί να την φωτίσει. Στην ερώτηση 2, επέλεξε να σχεδιάσει τον Ήλιο από τον οποίο ξεκινάνε οι φωτεινές ακτίνες και τη φωτίζουν.

Γενικότερα, όπως αναφέρθηκε ήδη στην ερώτηση 1, στα σχέδια των μαθητών/τριών και από τα δύο δείγματα στη συγκεκριμένη ερώτηση, οι οποίοι/ες υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, παρατηρήθηκε σε μεγάλο βαθμό ότι ο Ήλιος είναι αισθητά μεγαλύτερος από τη Γη και τη Σελήνη. Μάλιστα, το σχέδιο αυτό παρατηρήθηκε σε μαθητές/τριες που παρουσίασαν διαφορετικά εναλλακτικά μοντέλα σχετικά με το πώς

γίνεται ορατή η Σελήνη για έναν/μία παρατηρητή/τρια από τη Γη. Συνοπτικά, επιβεβαιώνεται ότι οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες είναι υπέρ της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, σε μεγάλο βαθμό φαίνεται να αντιλαμβάνονται τη διαφορά μεγέθους των εν λόγω σωμάτων ανεξαρτήτως της άποψής τους για το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή. Για παράδειγμα:



Σχέδιο 10: Ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος τόσο από τη Σελήνη όσο και από τη Γη (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)

Η παρατήρηση αυτή συμπληρώνει τις παρατηρήσεις στην ερώτηση 1, στην οποία μεγάλο ποσοστό μαθητών/τριών δεν είχε δώσει σαφή ερμηνεία όσον αφορά το γιατί η Σελήνη είναι ετερόφωτη (πίνακας 1.1A - υποκατηγορία 3). Αντιθέτως, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες ήταν υπέρ της άποψης ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, δεν σχεδίασαν τον Ήλιο μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα ουράνια σώματα.

Επίσης, μέσα από τη σύγκριση των απαντήσεων των μαθητών/τριών στην ίδια ερώτηση, παρατηρείται ότι μόνο οι μαθητές/τριες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη αναφέρουν το επιστημονικό μοντέλο όσον αφορά το πώς γίνεται η Σελήνη ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια από τη Γη. Ωστόσο, το γεγονός ότι μεγάλο ποσοστό από αυτούς/ές παρουσίασε εναλλακτικές ιδέες στην ερώτηση 2, φανερώνει ότι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες αντιλαμβάνονται τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα και τον Ήλιο ως φωτεινή πηγή, δυσκολεύονται να εξηγήσουν επιστημονικά το γιατί η Σελήνη είναι ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια από τη Γη.

Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να τονιστεί εκ νέου ότι οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες θεωρούν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτο σώμα, απαντούν στην ερώτηση 2 λαμβάνοντας

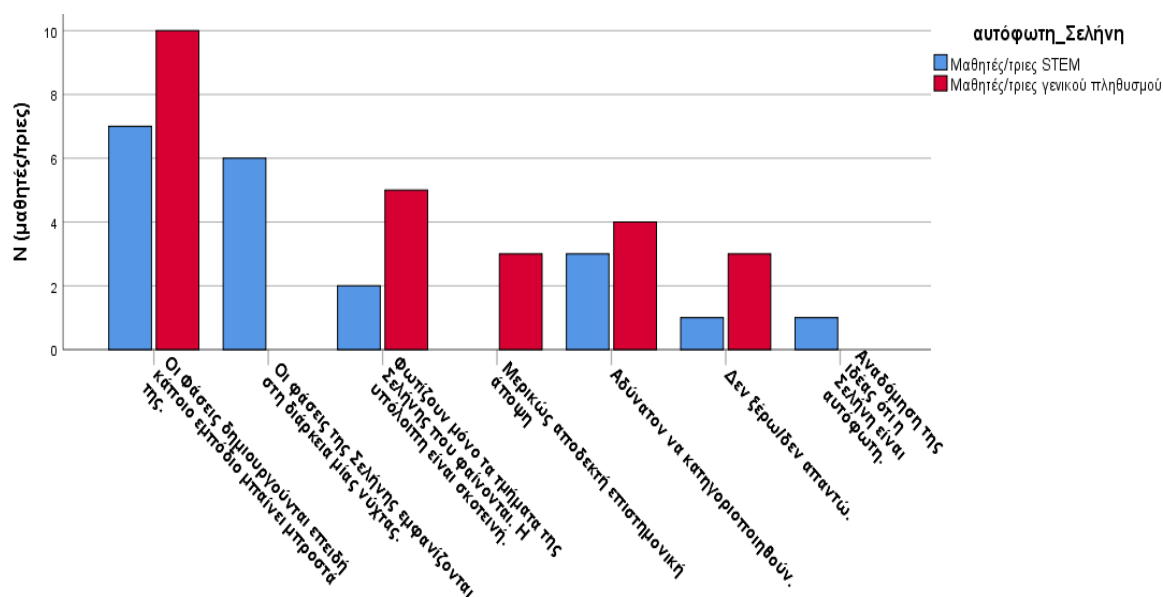
υπόψη ότι η Σελήνη αποτελεί φωτεινή πηγή. Για να διαμορφωθούν σαφή συμπεράσματα για τις ιδέες των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, συγκριτικά με τις ιδέες εκείνων που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, απαιτείται και η ανάλυση της ερώτησης 5.

3.6.3 Ερωτήσεις 3 και 4

Πίνακας 3-4Α: Ερωτήσεις 3 και 4				
Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης.				
Ιδέες (αιτιολογήσεις για το φαινόμενο)	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
1. Οι φάσεις δημιουργούνται επειδή κάποιο εμπόδιο μπαίνει μπροστά στη Σελήνη.	7 (35%)	10 (40%)	18 (29,2%)	24 (34,9%)
<i>1α. Σύννεφα/μετεωρίτες/άλλοι πλανήτες</i>	7/7	8/10	4/18	17/24
<i>1β. Σύγκυση φάσεων της Σελήνης και έκλειψη της Σελήνης (Η Γη ως εμπόδιο).</i>	-	2/10	8/18	7/24
<i>1γ. Έκλειψη Ηλίου</i>	-	-	6/18	-
2. Οι φάσεις της Σελήνης εμφανίζονται στη διάρκεια μίας νύχτας.	6 (30%)	-	2 (3,2%)	5 (7,2%)
3. Φωτίζουν μόνο τα τμήματα της Σελήνης που φαίνονται. Η υπόλοιπη είναι σκοτεινή.	2 (10%)	5 (20%)	-	-
<i>3α. Χωρίς περαιτέρω εξήγηση</i>	2/2	4/5		
<i>3β. Η απόσταση Σελήνης – Γης μεταβάλλεται</i>	-	1/5		
4. Οι φάσεις δημιουργούνται επειδή φωτίζονται συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης.	-	-	19 (30,7%)	15 (21,9%)
<i>4α. Η Σελήνη κινείται και ο Ήλιος είναι σταθερός.</i>			8/19	3/15

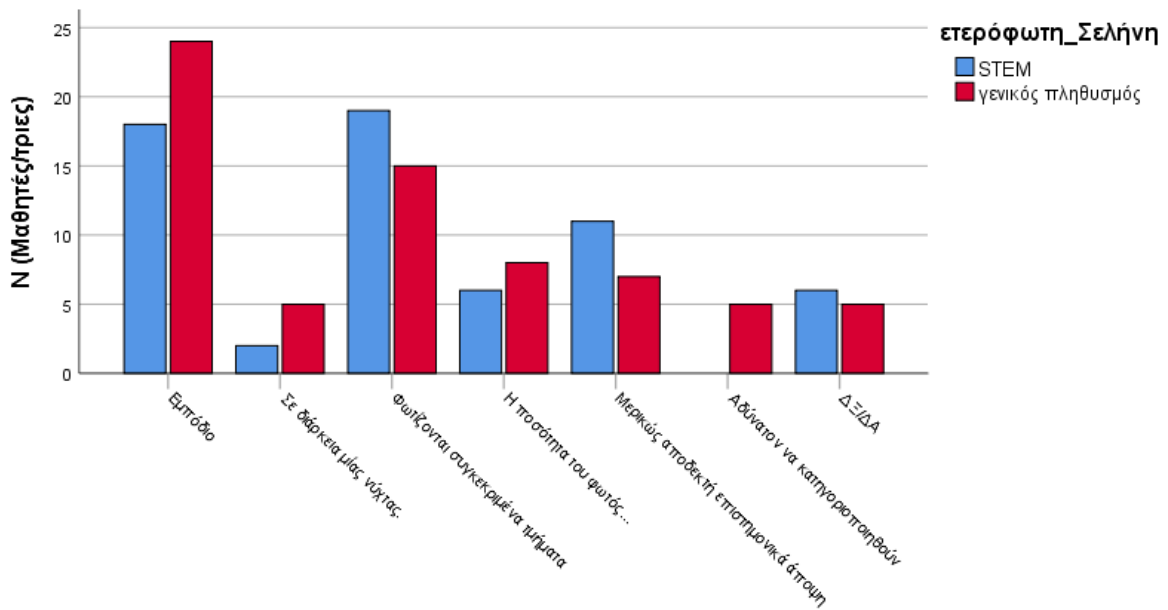
4β. Ο Ήλιος κινείται και η Σελήνη είναι σταθερή.			6/19	3/15
4γ. Κινούνται και τα δύο σώματα.			-	2/15
4δ. Χωρίς επιπλέον ερμηνεία.			5/19	7/15
5. Η ποσότητα του φωτός που πάει στη Σελήνη μεταβάλλεται.	-	-	6 (9,6%)	8 (11,5%)
5α. Μεταβολή της απόστασης του Ηλίου λόγω κινήσεων Ηλίου – Σελήνης			4/6	-
5β. Χωρίς επιπλέον ερμηνεία			2/6	8/8
Μερικώς αποδεκτή επιστημονική άποψη*	-	3 (12%)	11 (17,7%)	7 (10,1%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	3 (15%)	4 (16%)	-	5 (7,2%)
Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	1 (5%)	3 (12%)	6 (9,6%)	5 (7,2%)
Αναδόμηση της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.	1 (5%)	-	-	-

* Επιστημονική άποψη για τις φάσεις της Σελήνης: α) Η μισή Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, β) Το τμήμα του φωτισμένου μισού που είναι ορατή από τη Γη, καθορίζεται από τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης γ) Η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη (Πέλλα & Χαλκιά 2016).



Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Σχήμα 5: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις φάσεις της Σελήνης



Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Σχήμα 6: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις φάσεις της Σελήνης

Στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν δύο ερωτήσεις σχετικά με τις φάσεις της Σελήνης. Σκοπός τους, ήταν να εντοπιστεί εάν οι ιδέες των μαθητών/τριών για το φαινόμενο αυτό, μπορούν να επηρεάσουν την άποψή τους για το εάν η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. Στην ερώτηση 3, οι μαθητές/τριες καλούνται να αιτιολογήσουν γιατί δημιουργούνται οι φάσεις. Στην ερώτηση 4, τους ζητείται να συνδυάσουν την προηγούμενη απάντησή τους με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Για την αποτελεσματικότερη ανάλυση, κρίθηκε ότι οι ερωτήσεις 3 και 4 πρέπει να συνεξεταστούν.

Οι υποκατηγορίες των απαντήσεων, αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Η ιδέα με το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης και για τους/τις μαθητές/τριες και των δύο κατηγοριών, ήταν ότι οι φάσεις δημιουργούνται επειδή κάποιο εμπόδιο μπαίνει ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη (Baxter 1989, Sharp 1996, Dunlop 2000, Trumper 2001, Bailey & Slater 2003, ό.α. στο Χαλκιά, 2006, Benacchio 2001).

Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), η ιδέα αυτή εμφανίστηκε με ποσοστό 35% από το δείγμα STEM και 40% από το δείγμα του γενικού πληθυσμού. Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), η υποκατηγορία διαμορφώθηκε από δεκαοχτώ μαθητές/τριες του δείγματος STEM (29,2%) και εικοσιτέσσερις μαθητές/τριες του δείγματος του γενικού πληθυσμού (34,9%).

Ως εμπόδιο κατεγράφησαν κυρίως τα σύννεφα, άλλοι πλανήτες ή κάποιοι μετεωρίτης (υποκατηγορία 1α). Για δύο μαθητές/τριες από το γενικό πληθυσμό της κατηγορίας Α, φάνηκε ότι μπερδεύουν τις φάσεις με την έκλειψη Σελήνης, καθώς ανέφεραν ως εμπόδιο τη Γη. Υποστήριζαν ότι, καθώς εκείνη κινείται, μπαίνει ανάμεσα στον Ήλιο και τη Σελήνη και λειτουργεί ως εμπόδιο με αποτέλεσμα τμήματα της Σελήνης να μη φωτίζονται (υποκατηγορία 1β). Από τους μαθητές/τριες της κατηγορίας Β, οι οχτώ (STEM) και οι επτά αντίστοιχα (γενικός πληθυσμός) ανέφεραν το ίδιο. Οι ιδέες αυτές έχουν καταγραφεί από πληθώρα προηγούμενων ερευνών (Baxter 1989, Sharp 1996, Dunlop 2000, Trumper 2001, Bailey & Slater 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 285-286, Benacchio 2001).

Όπως επίσης αναφέρεται στο Χαλκιά (2006: 286-287), οι παραπάνω έρευνες έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες μπερδεύουν τη σεληνιακή έκλειψη με τις φάσεις της Σελήνης, καθώς δεν αντιλαμβάνονται ότι η κλίση του επιπέδου περιφοράς της Σελήνης είναι διαφορετική από την εκλειπτική.

Επίσης, έξι μαθητές/τριες του δείγματος STEM από την κατηγορία Β, φάνηκε να ταυτίζουν το φαινόμενο με την έκλειψη Ηλίου, καθώς ανέφεραν ότι η Σελήνη μπαίνει ανάμεσα στη Γη και τον Ήλιο (υποκατηγορία 1γ).

Να σχολιαστεί ότι, οι μαθητές/τριες της κατηγορίας Α, δεν αναιρούν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη καθώς πιστεύουν ότι εάν «μπει κάτι ανάμεσα» στον/στην παρατηρητή/τρια, τότε ένα τμήμα της κρύβεται και δεν είναι ορατό. Για παράδειγμα μαθητές/τριες απάντησαν:

Δείγμα STEM (αυτόφωτη Σελήνη): *«Τα σύννεφα καλύπτουν το φεγγάρι και γι αυτό δε φαίνεται ένα κομμάτι του»*

Δείγμα γενικού πληθυσμού (αυτόφωτη Σελήνη): *«Καθώς οι πλανήτες κινούνται περνάνε μπροστά από τη Σελήνη και κρύβουν κομμάτια της».*

Η επόμενη κοινή υποκατηγορία διαμορφώθηκε από έξι μαθητές/τριες του δείγματος STEM της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη), δύο του δείγματος STEM της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη) και πέντε του γενικού πληθυσμού της κατηγορίας Β. Η ιδέα αυτή εμφανίζεται στους/στις μαθητές/τριες ανεξάρτητα από το εάν πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Καθώς η Σελήνη ανατέλλει στο νυχτερινό ουρανό, φαίνεται ένα μικρό τμήμα της. Στη διάρκεια της νύχτας φαίνεται ολόκληρη και καθώς δύει χάνεται σταδιακά (Baxter, 1989, Sharp, 1996, Dunlop, 2000, Trumper, 2001, Bailey & Slater, 2003, ό.α. στο Χαλκιά, 2006: 285-286 και ό.α. στο Κούτρα 2009).

Δείγμα STEM (αυτόφωτη Σελήνη): *«Όταν η σελήνη βγαίνει φαίνεται λιγότερο από μισή και όσο πάει μεγαλώνει μέχρι να φανεί ολόκληρη και στο τέλος να χαθεί».*

Δείγμα γενικού πληθυσμού (ετερόφωτη Σελήνη): *«Καθώς η νύχτα μεγαλώνει, το φως φεύγει από το φεγγάρι γιατί ο ήλιος χάνεται και πηγαίνει στην άλλη πλευρά».*

Η τρίτη και η τέταρτη υποκατηγορία εναλλακτικών ιδεών, παρουσιάζουν σχετική διαφοροποίηση ανάλογα με την άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), δύο μαθητές/τριες από δείγμα STEM και πέντε μαθητές/τριες από το γενικό πληθυσμό υποστήριξαν πως τα διαφορετικά σχήματα προκύπτουν καθώς ένα μόνο συγκεκριμένο τμήμα της Σελήνης φωτίζει κάθε φορά, ενώ ταυτόχρονα η υπόλοιπη δεν έχει φως. Οι περισσότεροι/ες, δεν προσπάθησαν να εξηγήσουν με ποιο μηχανισμό φωτίζουν συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης (υποκατηγορία 3α). Μόνο ένας/μία μαθητής/τρια από το δείγμα γενικού πληθυσμού, ανέφερε ότι η μεταβολή της απόστασης μεταξύ Σελήνης και Γης είναι η αιτία που προκαλεί τα σχήματα. Όσο πιο κοντά βρίσκονται τα δύο σώματα τόσο πιο «γεμάτη» φαίνεται καθώς περισσότερες ακτίνες έρχονται προς τη Γη (υποκατηγορία 3β). Για παράδειγμα, μαθητές/τριες απάντησαν:

Δείγμα STEM (αυτόφωτη Σελήνη - χωρίς μηχανισμό): *«Όσο αλλάζουν τα σχήματα του φεγγαριού, τόσο περισσότερο το φεγγάρι έχει ή δεν έχει φως».*

Δείγμα γενικού πληθυσμού (αυτόφωτη Σελήνη - χωρίς μηχανισμό): *«Ανάλογα με το σχήμα που βλέπουμε, τότε αυτό το μέρος της Σελήνης και μόνο φωτίζει. Η υπόλοιπη δεν έχει φως. Αυτό αλλάζει για να εμφανιστούν όλα τα σχήματα».*

Δείγμα γενικού πληθυσμού (αυτόφωτη Σελήνη - με μηχανισμό): *«Όσο πιο κοντά είναι η Σελήνη σε εμάς έρχεται περισσότερο φως και φαίνεται μεγαλύτερη. Όταν φεύγει το φως χάνεται μέχρι να μη φαίνεται καθόλου».*

Στην τέταρτη υποκατηγορία, οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ανέφεραν ότι οι φάσεις είναι αποτέλεσμα του φωτισμού της επιφάνειας της Σελήνης σε συγκεκριμένα τμήματα, ενώ ταυτόχρονα το τμήμα της το οποίο δεν είναι ορατό δεν φωτίζεται. Η ιδέα εμφανίστηκε με ποσοστό εμφάνισης 30,7% για τους μαθητές/τριες του δείγματος STEM (19 μαθητές/τριες) και 21,9% για τους μαθητές/τριες του δείγματος του γενικού πληθυσμού (15 μαθητές/τριες). Επίσης, αναφέρεται και στο βιβλίο της Χαλκιά, ως μία από τις ιδέες που έχουν καταγραφεί από τη μελέτη συγκεκριμένων ερευνών (Baxter 1989, Sharp 1996, Dunlop 2000, Trumper 2001, Bailey & Slater 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 287). Ενδεικτικά, μαθητής/τρια απάντησε:

Δείγμα STEM (ετερόφωτη Σελήνη): *«Το κομμάτι της σελήνης που φαίνεται, φωτίζεται από τον Ήλιο ενώ το άλλο κομμάτι όχι».* Κάποιοι/ες μαθητές/τριες προσπάθησαν να εξηγήσουν περαιτέρω την άποψή τους. Συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν οι εξής ερμηνείες:

- Φωτίζονται συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης και η υπόλοιπη είναι σκοτεινή, επειδή ο Ήλιος είναι σταθερός και η Σελήνη κινείται (υποκατηγορία 4α). Η ερμηνεία δόθηκε από οχτώ και τρεις μαθητές/τριες αντίστοιχα. Ενδεικτικά, μαθητής/τρια απάντησε:

Δείγμα STEM: *«Η Σελήνη φωτίζεται σε διαφορετικά σημεία επειδή αλλάζει θέσεις».*

- Φωτίζονται συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης και η υπόλοιπη είναι σκοτεινή, επειδή η Σελήνη είναι σταθερή και καθώς ο Ήλιος κινείται, τη φωτίζει σε διαφορετικά σημεία (υποκατηγορία 4β). Η ερμηνεία δόθηκε από έξι και τρεις μαθητές/τριες αντίστοιχα. Ενδεικτικά, μαθητής/τρια απάντησε:

Δείγμα γενικού πληθυσμού: *«Επειδή ο Ήλιος κινείται φωτίζει τη Σελήνη σε διαφορετικά κομμάτια της. Γι αυτό τη βλέπουμε με διαφορετικά σχήματα».*

- Φωτίζονται συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης και η υπόλοιπη είναι σκοτεινή εξαιτίας τόσο της κίνησης της Σελήνης όσο και της κίνησης του Ηλίου (υποκατηγορία 4γ). Η ερμηνεία δόθηκε από δύο μαθητές/τριες του δείγματος του γενικού πληθυσμού.

Οι υπόλοιποι/ες πέντε και επτά μαθητές/τριες αντίστοιχα δεν έδωσαν περαιτέρω εξήγηση της αρχική τους άποψης (υποκατηγορία 4δ).

Στην επόμενη υποκατηγορία, έξι μαθητές που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη από το δείγμα STEM και οχτώ από το δείγμα γενικού πληθυσμού, θεωρούν ότι η συνολική ποσότητα του φωτός που φτάνει στη Σελήνη μεταβάλλεται. Όσο περισσότερο φως φτάνει, τόσο πιο «γεμάτη» φαίνεται και το αντίθετο. Η διαφορά της ιδέας αυτής με την προηγούμενη υποκατηγορία (τέταρτη) είναι ότι σε εκείνη, η ποσότητα του φωτός που δέχεται η Σελήνη είναι συνεχώς η ίδια ενώ στην εν λόγω κατηγορία αυξομειώνεται.

Από τους/τις μαθητές/τριες του δείγματος STEM, οι τέσσερις συμπλήρωσαν ότι ο συνδυασμός της κίνησης της Σελήνης γύρω από τον άξονά της και γύρω από τη Γη με την κίνηση του Ηλίου ο οποίος άλλοτε πλησιάζει και άλλοτε απομακρύνεται, έχουν ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της απόστασης μεταξύ των δύο σωμάτων. Γι αυτό η ποσότητα του φωτός που φτάνει στη Σελήνη μεταβάλλεται (υποκατηγορία 5α). Οι υπόλοιποι/ες δύο μαθητές/τριες καθώς και όλοι/ες οι μαθητές/τριες της κατηγορίας από το δείγμα γενικού πληθυσμού, δεν έδωσαν περαιτέρω ερμηνεία (υποκατηγορία 5β).

Η επόμενη υποκατηγορία διαμορφώθηκε από τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες έδωσαν απαντήσεις κοντά στην επιστημονική εξήγηση. Κριτήρια για να θεωρηθεί κάποια απάντηση ως επιστημονικά αποδεκτή ήταν να συμπεριλαμβάνει μεμονωμένα ή συνδυαστικά τα εξής στοιχεία: α) Η μισή Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, β) Το τμήμα του φωτισμένου μισού που είναι ορατή από τη Γη, καθορίζεται από τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης γ) Η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη (Πέλλα και Χαλκιά, 2016).

Συγκεκριμένα, τρεις μαθητές/τριες από το δείγμα του γενικού πληθυσμού που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη απάντησαν κατά αυτόν τον τρόπο. Αντίστοιχη απάντηση δόθηκε από έντεκα μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη

είναι ετερόφωτη του δείγματος STEM και εφτά του δείγματος του γενικού πληθυσμού. Παρατίθενται ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών/τριών:

Δείγμα του γενικού πληθυσμού (αυτόφωτη Σελήνη): *«Η Σελήνη είναι πάντα πανσέληνος δηλαδή έχει μισή φως. Επειδή η Γη κινείται και η Σελήνη πηγαίνει γύρω από τη Γη, αλλάζει ο τρόπος που τη βλέπουμε εμείς. Γι αυτό μας φαίνεται ότι έχει διαφορετικά σχήματα».*

Δείγμα STEM (ετερόφωτη Σελήνη): *«Η Σελήνη γυρίζει γύρω από τη Γη και γι' αυτό νομίζουμε ότι άλλες μέρες είναι μεγαλύτερη και άλλες μικρότερη. Το φεγγάρι όμως φωτίζεται πάντα το μισό».*

Οι επόμενες δύο υποκατηγορίες του πίνακα αναφέρονται σε απαντήσεις οι οποίες ήταν αδύνατον να αναλυθούν και να ταξινομηθούν ή σε μαθητές/τριες οι οποίοι/ες δεν απάντησαν καθόλου. Παρατηρείται ότι τα ποσοστά των μαθητών/τριών σε αυτές, είτε από το δείγμα STEM είτε από το δείγμα γενικού πληθυσμού, είναι υψηλά. Το γεγονός αυτό, συνδυαστικά με τις ποικίλες εναλλακτικές ιδέες που παρουσιάστηκαν, υποδεικνύει ότι οι φάσεις της Σελήνης είναι ένα φαινόμενο το οποίο οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να αντιληφθούν.

Τέλος, η ερώτηση 4 οδήγησε έναν/μία μαθητή/τρια από το δείγμα STEM στην αναδόμηση της αρχικής του/της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Στις προηγούμενες ερωτήσεις απάντησε ότι η Σελήνη είναι άστρο γι αυτό έχει το δικό της φως και ότι για να τη δούμε, εκείνη φωτίζει το χώρο προς τη Γη. Ωστόσο, στην ερώτηση 4 δήλωσε ότι εάν είχε το δικό της φως, τότε θα έπρεπε να φαίνεται συνεχώς ολόκληρο.

Κοντολογίς, οι απόψεις των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, είτε πιστεύουν ότι είναι αυτόφωτη είτε ότι είναι ετερόφωτη, είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι οι ιδέες τους για το φαινόμενο, δεν επηρεάζουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Αντιθέτως, ανάλογα με την άποψή τους, παρουσιάζουν με διαφορετικό τρόπο την ίδια εναλλακτική ιδέα π.χ. εμπόδιο. Οι ιδέες τους παρουσιάζονται αθροιστικά από το δείγμα STEM και από το δείγμα του γενικού πληθυσμού στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 3). Περισσότερα σχολιάζονται στην καταγραφή των συμπερασμάτων.

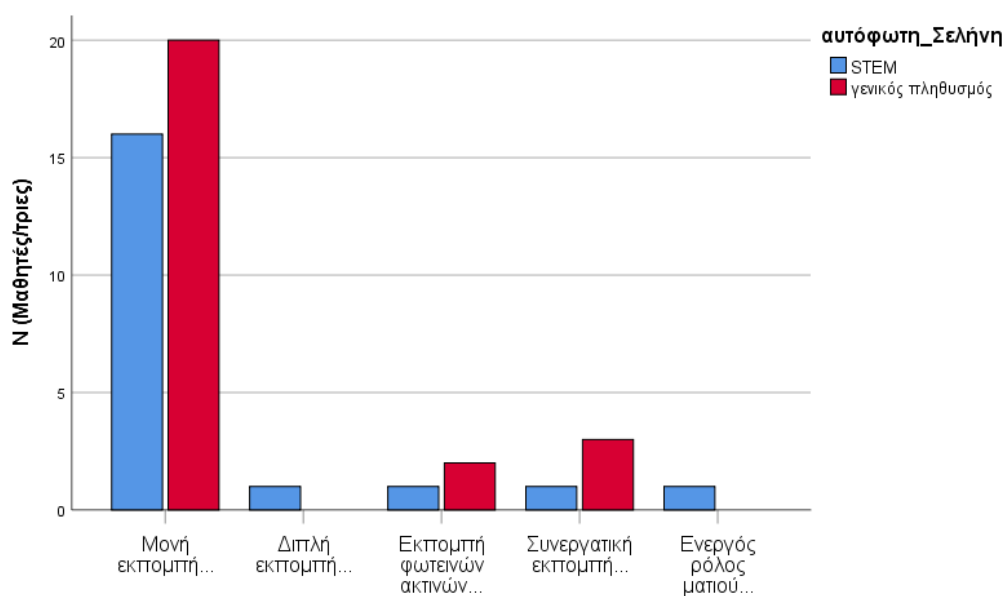
Πίνακας 3: Κοινές ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης		
Ιδέες/αιτιολογήσεις για τις φάσεις της Σελήνης	N (%) (Ετερόφωτη Σελήνη)	N (%) (Αυτόφωτη Σελήνη)
1. Οι φάσεις δημιουργούνται όταν κάποιο εμπόδιο μπαίνει μπροστά στη Σελήνη.	42 (32%)	17 (37,7%)
2. Φωτίζονται / φωτίζουν συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης.	34 (25,9%)	7 (15,5%)
3. Επιστημονική άποψη.	18 (13,7%)	3 (12,5%)
4. Όλες οι φάσεις της Σελήνης εμφανίζονται στη διάρκεια μίας νύχτας.	7 (5,3%)	6 (13,3%)

Επιπλέον, και σε αυτήν την περίπτωση, δε θα είχε νόημα να πραγματοποιηθεί στατιστικός έλεγχος των δεδομένων του πίνακα 3. Αφενός, δεν συμπεριλαμβάνονται σε αυτόν όλες οι υποκατηγορίες απαντήσεων του πίνακα 3-4Α και αφετέρου οι μαθητές/τριες, ανάλογα με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, εξηγούν τις φάσεις της Σελήνης στηρίζοντας το συλλογισμό τους σε διαφορετική βάση.

3.6.4 Ερώτηση 5

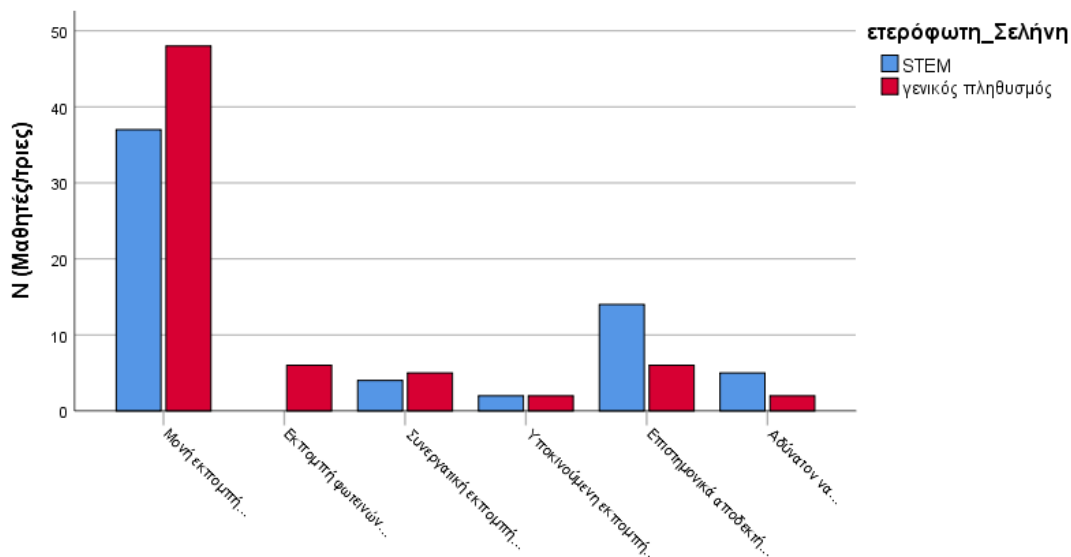
Πίνακας 5Α: Ερώτηση 5 Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα				
Εναλλακτική ιδέα	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
Μονή εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (λάμπα) προς το αντικείμενο (μπάλα).	16 (80%)	20 (80%)	37 (59,8%)	48 (69,7%)
Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο (μπάλα) και αντίστροφα.	1 (5%)	-	-	-

Εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (λάμπα) προς το μάτι ή/και προς το αντικείμενο (μπάλα).	1 (5%)	2 (8%)	-	6 (8,7%)
Συnergατική εκπομπή φωτεινών ακτινών (από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και από τα μάτια προς το αντικείμενο).	1 (5%)	3 (12%)	4 (6,4%)	5 (7,2%)
Ενεργός ρόλος ματιού (μάτια – φωτεινή πηγή – αντικείμενο).	1 (5%)	-	-	-
Υποκινούμενη εκπομπή (φωτεινή πηγή – μάτια – αντικείμενο).	-	-	2 (3,2%)	2 (2,9%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτια).	-	-	14 (22,6%)	6 (8,7%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	-	-	5 (8%)	2 (2,8%)



Ιδέες μαθητών/ητρίων για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα

Σχήμα 7: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα



Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα

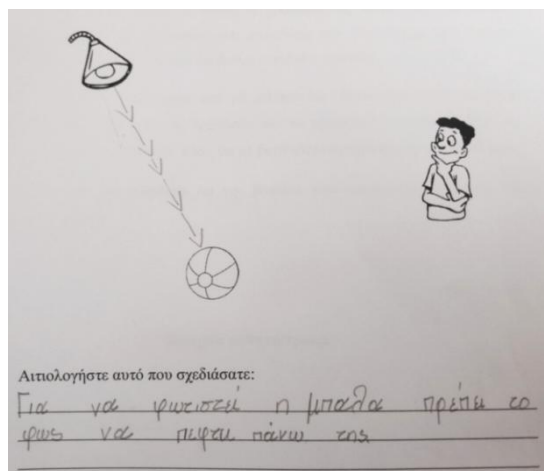
Σχήμα 8: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα

Στην ερώτηση 5 γίνεται προσπάθεια να καταγραφούν οι ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα. Η φωτεινή πηγή είναι μία λάμπα ενός δωματίου και το ετερόφωτο αντικείμενο μία μπάλα. Ένα παιδί βρίσκεται μέσα στο δωμάτιο και κοιτάει προς τη μπάλα. Οι υποκατηγορίες των απαντήσεων αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών, είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη είτε αυτόφωτη, ήταν η ιδέα της μονής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο (Guesne 1985, Anderson & Karrqvist 1983, Ramadas & Driver 1989, Osborne et al. 1993, Selley 1996, Ραβάνης 2000, ό. α. στο Χαλκιά 2012: 412-415). Για λόγους συντομίας, παρακάτω θα αναφέρονται οι σελίδες του βιβλίου οι οποίες παραπέμπουν στο εκάστοτε μοντέλο.

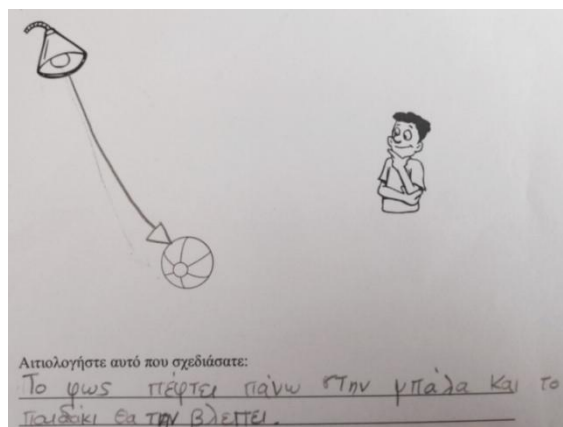
Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), δεκαέξι μαθητές/τριες (80%) του δείγματος STEM και είκοσι μαθητές/τριες (80%) του δείγματος γενικού πληθυσμού, σχεδίασαν ακτίνες από τη λάμπα (φωτεινή πηγή) οι οποίες κατευθύνονται προς τη μπάλα (αντικείμενο) (σχέδιο 11). Το αντικείμενο γίνεται ορατό επειδή φωτίζεται από

τη φωτεινή πηγή, χωρίς να είναι απαραίτητη η επανεκπομπή ακτινών προς το μάτι του παρατηρητή.

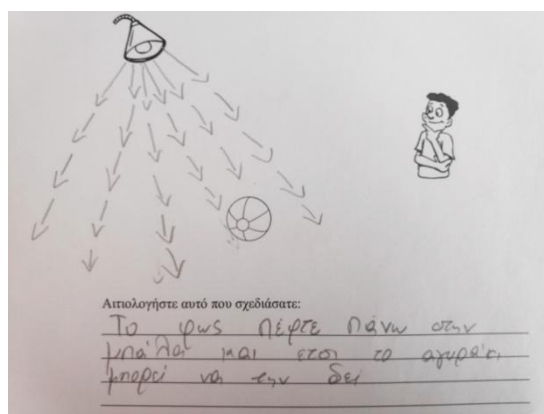


Σχέδιο 11: Μονή εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (λάμπα) προς το αντικείμενο (μπάλα) (αυτόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)

Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), η ιδέα αυτή εμφανίστηκε με ποσοστό 59,8% (37 μαθητές/τριες) από τους/τις μαθητές/τριες του δείγματος STEM και με 69,7% (48 μαθητές/τριες) από εκείνους/ες του δείγματος του γενικού πληθυσμού (σχέδιο 12α). Να σημειωθεί ότι στην κατηγορία αυτή συμπεριλήφθησαν σχέδια μαθητών/τριών τα οποία έδειχναν πολλά βελάκια να κατευθύνονται προς τη μπάλα και το χώρο γύρω της. Οι απαντήσεις αυτές δεν κατηγοριοποιήθηκαν ως «λουτρό φωτός» καθώς δηλώνουν ρητά ότι το φως πέφτει πάνω στη μπάλα (σχέδιο 12β). Σημαντικό είναι επίσης ότι η ιδέα αυτή, εμφανίστηκε με παρόμοιο ποσοστό και στην ερώτηση 5 και στην ερώτηση 2.



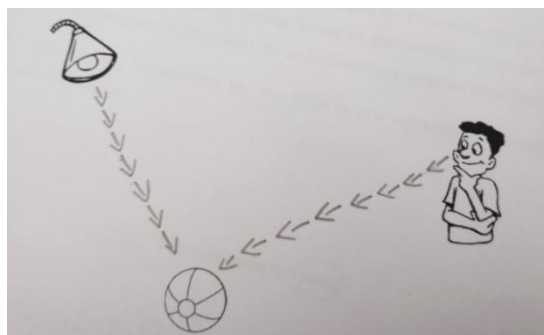
Σχέδιο 12α: Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από πηγή προς το αντικείμενο (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)



Σχέδιο 12β: Μονή εκπομπή φωτεινών ακτίνων από πηγή προς το αντικείμενο (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Οι υπόλοιπες κοινές εναλλακτικές ιδέες εμφανίστηκαν με πολύ μικρά ποσοστά. Τρεις μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ανέφεραν ότι το φως ξεκινάει από τη λάμπα και ότι πρέπει να πέσει και πάνω στην ίδια αλλά και στο μάτι του παρατηρητή. Πρόκειται για το μοντέλο της διπλής εκπομπής φωτεινών ακτίνων από τη φωτεινή πηγή τόσο προς το αντικείμενο όσο και προς το μάτι (Χαλκιά 2012: 412). Παράλληλα, από έξι μαθητές/τριες (8,7%) του δείγματος του γενικού πληθυσμού από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), αναφέρθηκε η εκπομπή φωτεινών ακτίνων από την πηγή προς το μάτι.

Επιπλέον, από τους/τις μαθητές/τριες που ήταν υπέρ της αυτόφωτης Σελήνης, ένας/μία από το δείγμα STEM και τρεις από το γενικό πληθυσμό, ανέφεραν το μοντέλο της συνεργατικής εκπομπής (Χαλκιά 2012: 417), σύμφωνα με το οποίο τόσο η λάμπα όσο και τα μάτια του παρατηρητή στέλνουν φως προς τη μπάλα (σχέδιο 13). Το μοντέλο αυτό, αναφέρθηκε και από τους/τις μαθητές/τριες που ήταν υπέρ της ετερόφωτης Σελήνης και συγκεκριμένα από τέσσερις και πέντε μαθητές/τριες αντίστοιχα από κάθε δείγμα.

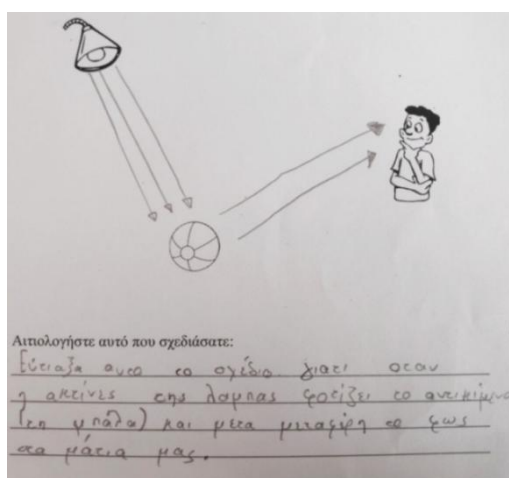


Σχέδιο 13: Συνεργατική εκπομπή φωτεινών ακτίνων: Εκπομπή από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και από τα μάτια προς το αντικείμενο (αυτόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού).

Τα υπόλοιπα εναλλακτικά μοντέλα δεν ήταν κοινά. Συγκεκριμένα, από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), αναφέρθηκε από έναν/μία μαθητή/τρια ότι οι φωτεινές ακτίνες πρέπει να ξεκινήσουν από τη λάμπα, να φτάσουν μέχρι τη μπάλα και μετά να γυρίσουν πίσω στην πηγή φωτός. Επιπλέον, ένας/μία μαθητής/τρια από το δείγμα STEM απάντησε ότι το μάτι στέλνει φως πρώτα στη φωτεινή πηγή από την οποία επανεκπέμπεται προς το αντικείμενο. Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), δύο μαθητές/τριες από κάθε δείγμα, αναφέρθηκαν στην υποκινούμενη εκπομπή (Χαλκιά 2012: 416).

Η επόμενη υποκατηγορία διαμορφώθηκε από τις απαντήσεις οι οποίες κρίθηκαν ως επιστημονικά αποδεκτές. Τα κριτήρια για να θεωρηθεί μία άποψη επιστημονικά αποδεκτή αναφέρονται παραπάνω, στην ανάλυση της ερώτησης 2. Είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο οι μαθητές/τριες οι οποίοι είχαν υποστηρίξει ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, απάντησαν με βάση το επιστημονικό μοντέλο (σχέδιο 14).

Μάλιστα, παρατηρείται διαφορά του ποσοστού εμφάνισης της επιστημονικής απάντησης από τα δύο δείγματα. Φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες του δείγματος STEM (22,6%) είναι πιθανότερο να γνωρίζουν το πώς γίνεται ορατό ένα ετερόφωτο αντικείμενο από τους/τις μαθητές/τριες του γενικού πληθυσμού (8,7%). Η διαφορά αυτή ίσως οφείλεται σε παραπάνω γνώσεις που ενδέχεται να έχουν αποκτήσει τα παιδιά που παρακολουθούν μαθήματα STEM, μέσω άτυπων μορφών μάθησης όπως η εκπαιδευτική ρομποτική. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, στο πλαίσιο μαθημάτων STEM τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τομείς των Φυσικών Επιστημών. Είναι λοιπόν πιθανό, να έχουν διδαχθεί έννοιες από το πεδίο της οπτικής.



Σχέδιο 14: Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Στην τελευταία υποκατηγορία του πίνακα τοποθετήθηκαν εκείνοι/ες που απάντησαν αόριστα και δεν ήταν εφικτό να αναλυθούν οι απαντήσεις τους. Βλέπουμε ότι στην ερώτηση 5, αφενός όλοι/ες οι μαθητές/τριες έδωσαν κάποια απάντηση και αφετέρου ότι το ποσοστό των απαντήσεων οι οποίες κρίνονται ως αόριστες είναι μικρότερο συγκριτικά με το αντίστοιχο στην ερώτηση 2. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι οι μαθητές/τριες μπορούν με μεγαλύτερη ευκολία να εξηγήσουν το πώς γίνεται ορατό ένα αντικείμενο με το οποίο έχουν οικειότητα από την καθημερινότητά τους, παρά ένα σώμα το οποίο ανήκει στον μακρόκοσμο, όπως η Σελήνη.

Στο σημείο αυτό έχει αξία να παρουσιαστούν αθροιστικά οι ιδέες που παρουσιάστηκαν στην ερώτηση 5, από τους/τις μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη (πίνακας 5). Η ερώτηση 5 είναι η μόνη περίπτωση που μπορεί να πραγματοποιηθεί τέτοιου είδους σύγκριση καθώς σε αυτήν οριοθετείται ένα κοινό πλαίσιο για όλους/ες τους/τις μαθητές/τριες, ανεξάρτητα από την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Με άλλα λόγια, αντιλαμβάνονται στο σύνολό τους ότι η λάμπα αποτελεί τη φωτεινή πηγή και ότι η μπάλα δεν εκπέμπει φως.

Η μηδενική υπόθεση (H0) ήταν ότι: «Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις ιδέες των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα, ανάλογα με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη». Όπως φαίνεται στον πίνακα 4, μετά από τον έλεγχο χ^2 διαπιστώθηκε ότι $p = 0,012 < 0,05$. Επομένως, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)
Pearson Chi-Square	18,054 ^a	7	,012
Likelihood Ratio	25,286	7	,001
Linear-by-Linear Association	9,085	1	,003
N of Valid Cases	176		

Πίνακας 4: Σύγκριση των ιδεών για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα από το σύνολο των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη

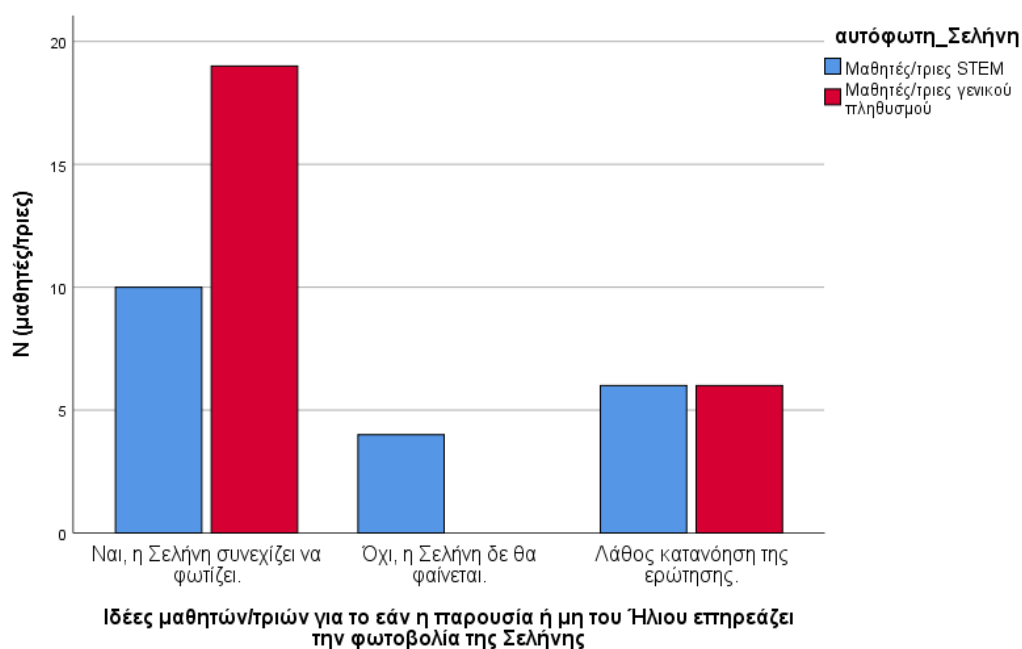
Πίνακας 5:		
Κοινές ιδέες/απόψεις για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα		
Εναλλακτικές ιδέες	N (%) (αυτόφωτη Σελήνη)	N (%) (ετερόφωτη Σελήνη)
Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από πηγή προς το αντικείμενο (μπάλα).	36 (80%)	85 (64,8%)
Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή τόσο προς το αντικείμενο όσο και προς το μάτι.	1 (2,2%)	-
Εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (λάμπα) προς το μάτι ή/και προς το αντικείμενο (μπάλα).	3 (6,6%)	6 (4,5%)
Συνεργατική εκπομπή φωτεινών ακτινών (από τη φωτεινή πηγή και από το μάτι προς το αντικείμενο).	4 (8,8%)	9 (6,8%)
Ενεργός ρόλος ματιού (μάτια – φωτεινή πηγή – αντικείμενο).	1 (2,2%)	-
Υποκινούμενη εκπομπή (φωτεινή πηγή – μάτια – αντικείμενο).	-	4 (3%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτια).	-	20 (15,3%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	-	7 (5,3%)

Όπως φαίνεται στον πίνακα 5, οι μαθητές/τριες εμφάνισαν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους κοινές υποκατηγορίες εναλλακτικών ιδεών. Ωστόσο, η επιστημονική άποψη αναφέρθηκε μόνο από μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις τους. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι οι μαθητές/τριες της κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), είναι πιθανότερο να γνωρίζουν το πώς γίνεται ορατό ένα ετερόφωτο αντικείμενο και ενδεχομένως να αντιληφθούν το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια από τη Γη. Αντιθέτως, οι μαθητές/τριες

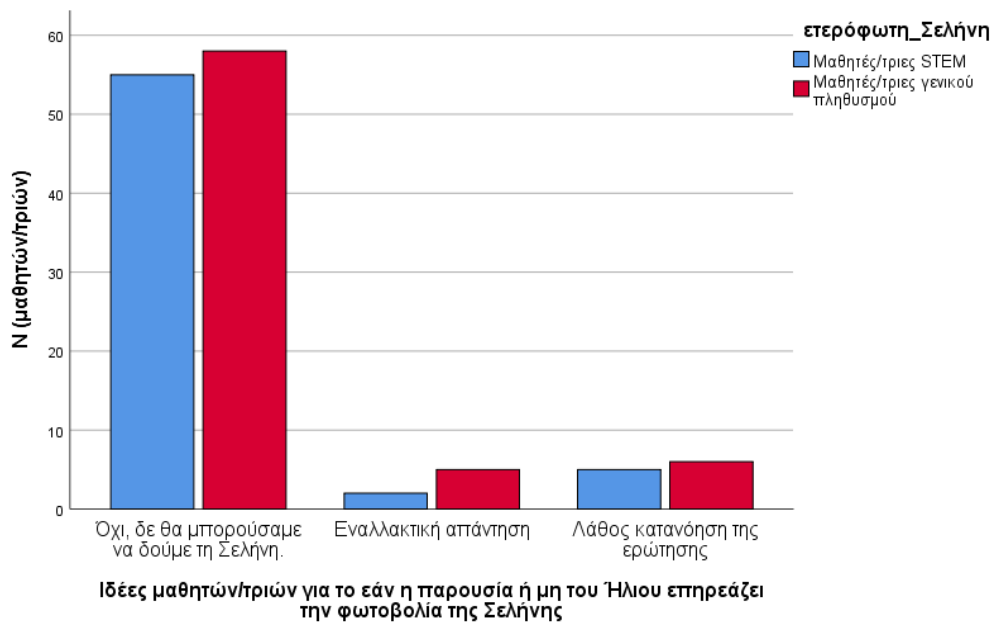
που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, παρουσιάζουν στην πλειοψηφία τους το μοντέλο της μονής εκπομπής ακτινών από την πηγή προς το αντικείμενο.

3.6.5 Ερώτηση 6

Πίνακας 6Α: Ερώτηση 6				
Ιδέες των μαθητών/τριών για το εάν η μη παρουσία του Ηλίου επηρεάζει τη φωτοβολία της Σελήνης				
Ιδέες	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (STEM)	N (γενικός πληθυσμός)	N (STEM)	N (γενικός πληθυσμός)
Ναι, η Σελήνη συνεχίζει να φωτίζει.	10 (50%)	19 (76%)	-	-
Όχι, δε θα μπορούσαμε να δούμε τη Σελήνη.	4 (20%)	-	55 (88,8%)	58 (84%)
Εναλλακτική απάντηση χωρίς να αλλάζει η άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη	-	-	2 (3,2%)	5 (7,4%)
Λάθος κατανόηση της ερώτησης.	6 (30%)	6 (24%)	5 (8%)	6 (8,6%)



Σχήμα 9: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το εάν η παρουσία ή μη του Ηλίου επηρεάζει τη φωτοβολία της Σελήνης



Σχήμα 10: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το εάν η παρουσία ή μη του Ηλίου επηρεάζει την φωτοβολία της Σελήνης

Η προτελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε το ρόλο της ερώτησης ελέγχου. Οι μαθητές/τριες έπρεπε να απαντήσουν εάν θα μπορούν να δουν τη Σελήνη, στο υποθετικό σενάριο της εξαφάνισης του Ηλίου. Οι υποκατηγορίες των απαντήσεων, αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Για τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι είχαν δηλώσει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτο σώμα, ήταν προσδοκώμενο να απαντήσουν ότι θα μπορούν να συνεχίσουν να τη βλέπουν. Πράγματι, το 50% των μαθητών/τριών του δείγματος STEM επιβεβαίωσε τις έως τώρα απαντήσεις του. Δήλωσε δηλαδή ότι θα συνέχιζε να βλέπει τη Σελήνη, καθώς εκείνη έχει δικό της φως και δε χρειάζεται ο Ήλιος για να τη δει. Το αντίστοιχο ποσοστό από το κυρίως δείγμα ήταν αρκετά μεγαλύτερο (76%).

Αντίστοιχα, το σύνολο σχεδόν των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες είχαν δηλώσει ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα, απάντησε ότι εάν εξαφανιζόταν ο Ήλιος, θα ήταν αδύνατον να τη δουν, καθώς δεν θα υπήρχε κάποια φωτεινή πηγή για να τη φωτίσει. Συγκεκριμένα, η απάντηση αυτή δόθηκε από το 88,8% του δείγματος STEM (55 μαθητές/τριες) και από το 84% του δείγματος του γενικού πληθυσμού (58 μαθητές/τριες).

Όσον αφορά τις απαντήσεις των υπολοίπων μαθητών/τριών από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), να σχολιαστεί εκ νέου ότι τρεις μαθητές/τριες του δείγματος STEM, είχαν αναδομήσει την αρχική τους ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Στην ερώτηση 6, επιβεβαίωσαν την αλλαγή της στάσης τους, απαντώντας ότι δεν θα μπορούσαν να βλέπουν τη Σελήνη επειδή ο Ήλιος είναι απαραίτητος ώστε να τη φωτίζει. Επιπλέον, ένας/μία μαθητής/τρια ο/η οποίος/α σε όλες τις προηγούμενες ερωτήσεις απαντούσε αόριστα ή και καθόλου, συμπλήρωσε ότι δε θα γινόταν να βλέπει τη Σελήνη εάν εξαφανιζόταν ο Ήλιος. Αντιθέτως, κανένας/καμία μαθητής/τρια από το δείγμα γενικού πληθυσμού δεν απάντησε ότι θα ήταν αδύνατον να δει τη Σελήνη.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σχολιαστεί ότι όλοι/ες οι μαθητές/τριες, οι οποίοι/ες μέσα από το ερωτηματολόγιο αναδόμησαν την ιδέα τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, παρακολουθούν μαθήματα STEM. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως συνδέεται με την θεωρία της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών, σύμφωνα με την οποία προσπαθούν να συσχετίσουν εναλλακτικές ιδέες και επιστημονικές γνώσεις, τις οποίες στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουν κατακτήσει από άτυπες πηγές μάθησης (Vosnidadou 1994 ό.α. στο Halkia & Starakis 2010).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι απαντήσεις ορισμένων μαθητών/τριών από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη). Συγκεκριμένα, δύο μαθητές/τριες από το κάθε δείγμα υποστήριξαν ότι η Σελήνη θα συνεχίσει να είναι ορατή καθώς θα φωτίζεται από γειτονικά αστέρια. Ουσιαστικά, η σκέψη τους δε διαφέρει από τους/τις υπόλοιπους/ες καθώς επιβεβαιώνουν ότι η Σελήνη πρέπει να φωτίζεται από μία πηγή για να είναι ορατή. Τρεις ακόμη από το γενικό πληθυσμό, εξήγησαν ότι η Σελήνη θα ήταν ορατή για λίγες ώρες μετά την εξαφάνιση του Ήλιου και στη συνέχεια θα επικρατούσε απόλυτο σκοτάδι.

Ταυτόχρονα, υπήρξε ένα υψηλό ποσοστό μαθητών/τριών και από τις δύο κατηγορίες, το οποίο δεν κατανόησε σωστά την ερώτηση. Η αιτία ήταν ότι μπέρδερσαν τη λέξη «εξαφανιστεί» με τη λέξη «εμφανιστεί» και απάντησαν στο ερώτημα εάν θα φαίνεται η Σελήνη, στην περίπτωση που ο Ήλιος *εμφανιστεί* ξαφνικά δίπλα της. Επομένως, οι απαντήσεις τους ήταν άσχετες με το ζητούμενο της έρευνας και δεν ήταν δυνατόν να καταγραφούν.

3.6.6 Ερώτηση 7

Στην τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητήθηκε από τους/τις μαθητές/τριες να αναφέρουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του Ηλίου και της Σελήνης. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές/τριες ανέφεραν: α) Είτε μόνο ομοιότητες ή μόνο διαφορές, β) Είτε και ομοιότητες και διαφορές γ) Παραπάνω από μία ομοιότητα ή διαφορά. Επομένως, τα ποσοστά διαμορφώθηκαν με βάση αυτά τα δεδομένα και δεν διαιρούνται δια του συνόλου. Για το λόγο αυτό, τα ραβδογράμματα που παρουσιάζονται παρακάτω σχεδιάστηκαν μέσω του προγράμματος Microsoft Office Excell 2007.

Ουσιαστικά, η ερώτηση 7 είχε το ρόλο να ελέγξει για άλλη μία φορά τις προηγούμενες απαντήσεις τους και ταυτόχρονα να δώσει την δυνατότητα να καταγραφεί κάποιο στοιχείο που είχε ενδεχομένως παραληφθεί στις προηγούμενες ερωτήσεις. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται πρώτα οι ιδέες τους για τις διαφορές (καθώς ήταν περισσότερες) και στη συνέχεια οι ιδέες τους για τις ομοιότητες μεταξύ των δύο σωμάτων.

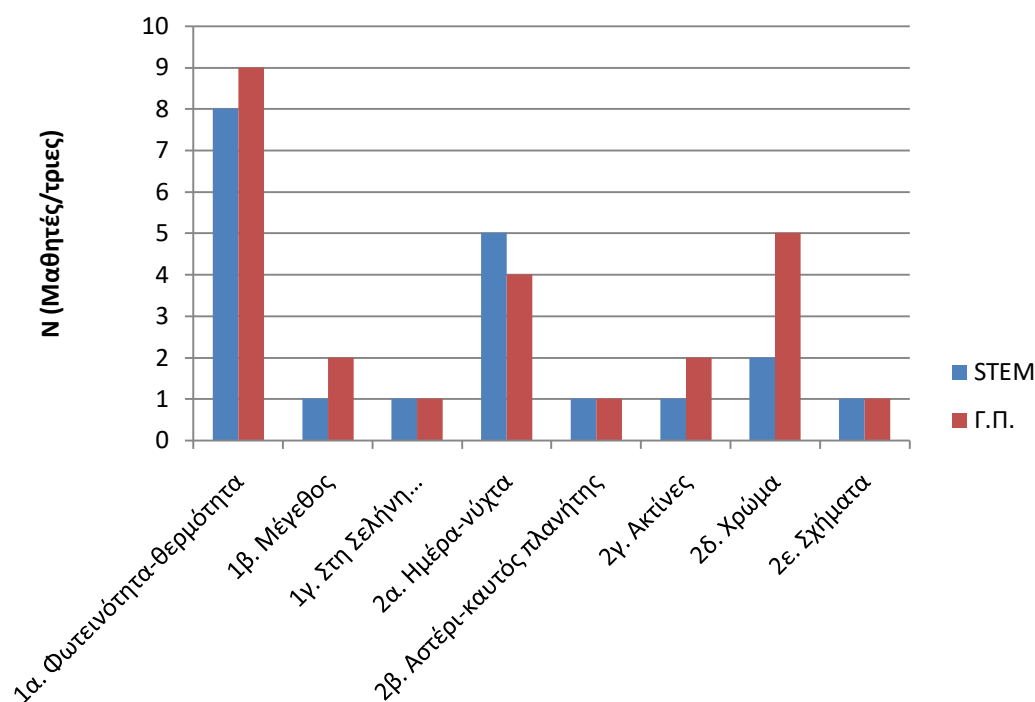
Πίνακας 7Α: ερώτηση 7				
Ιδέες μαθητών/τριών για τις ομοιότητες και τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης				
Ιδέες για τις διαφορές Σελήνης - Ηλίου	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
1. Αξιοποίηση επιστημονικών γνώσεων				
1α. Ο Ήλιος είναι πιο φωτεινός – θερμός από τη Σελήνη.	8 (40%)	9 (36%)	9 (14,5 %)	14 (20,2%)
1β. Ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη.	1 (5%)	2 (8%)	13 (20,9%)	13 (18,8%)
1γ. Στη Σελήνη επιβιώνεις, στον Ήλιο όχι.	1 (5%)	1 (4%)	-	-
1δ. Ο Ήλιος έχει δικό του φως, η Σελήνη όχι.	-	-	41 (66,1%)	41 (59,4%)
1ε. Ο Ήλιος είναι άστρο, η Σελήνη είναι δορυφόρος/πλανήτης.	-	-	6 (9,6%)	16 (23,1%)

1στ. Η Σελήνη είναι πετρώδης / ο Ήλιος αποτελείται από φωτιά.	-	-	3 (4,8%)	6 (8,6%)
2. Εναλλακτικές ιδέες				
2α. Ο Ήλιος εμφανίζεται την ημέρα και η Σελήνη τη νύχτα.	5 (25%)	4 (16%)	3 (4,8%)	6 (8,6%)
2β. Ο Ήλιος είναι αστέρι και η Σελήνη είναι ένας καυτός πλανήτης.	1 (5%)	1 (4%)	-	-
2γ. Ο Ήλιος έχει ακτίνες και η Σελήνη δεν έχει .	1 (5%)	2 (8%)	1 (1,6%)	6 (8,6%)
2δ. Ο Ήλιος έχει κίτρινο/λαμπερό χρώμα, η Σελήνη έχει γκρι χρώμα.	2 (10%)	5 (20%)	2 (3,2%)	8 (11,5%)
2ε. Η Σελήνη αλλάζει σχήματα, ο Ήλιος όχι.	1 (5%)	1 (4%)	-	-
3. Υπόλοιπες διαφορές				
Κινήσεις (χωρίς να προσδιορίζουν τις κινήσεις Ηλίου – Σελήνης).	-	-	3 (4,8%)	4 (4,3%)
Ιδέες για τις Ομοιότητες Σελήνης - Ηλίου	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)	N (%) (STEM)	N (%) (γενικός πληθυσμός)
Ο Ήλιος και η Σελήνη φωτίζουν.	7 (35%)	13 (52%)	-	-
Και ο Ήλιος και η Σελήνη έχουν κυκλικό σχήμα.	4 (25%)	3 (12%)	20 (32,2%)	8 (11,5%)
Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι πλανήτες.	-	1 (4%)	7 (11,2%)	5 (7,2%)
Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι αστέρια.	-	1 (4%)	-	-
Ανήκουν στο ίδιο Ηλιακό Σύστημα/Γαλαξία.	-	-	2 (3,2%)	5 (7,2%)

Διαφορές

Οι μαθητές/τριες ανέφεραν συνολικά δώδεκα διαφορές μεταξύ Ηλίου και Σελήνης, οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη διαμορφώθηκε από τις απαντήσεις οι οποίες παρουσίαζαν επιστημονικά αποδεκτές απόψεις.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα



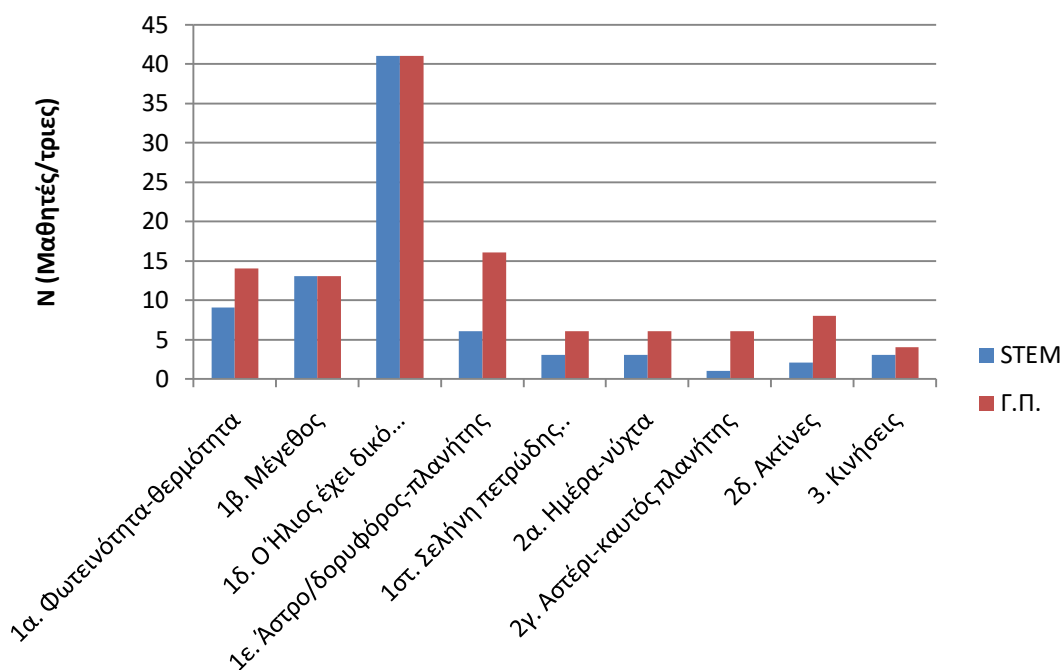
Αυτόφωτη Σελήνη: Ιδέες μαθητών/τριών για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Σχήμα 11: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες απαντήσεων για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Για τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, η απάντηση με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ήταν ότι ο Ήλιος έχει μεγαλύτερη φωτεινότητα και/ή θερμότητα από τη Σελήνη, με ποσοστό 40% από το δείγμα STEM και 36% από το δείγμα γενικού πληθυσμού (υποκατηγορία 1α). Η διαφορά αυτή αναφέρθηκε και από μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, με ποσοστά 14,5% και 20,2% αντίστοιχα.

Με πολύ μικρά ποσοστά αναφέρθηκαν διαφορές όπως ότι ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη (υποκατηγορία 1β) και ότι ο Ήλιος είναι ένα περιβάλλον στο οποίο δεν επιβιώνει ο άνθρωπος (υποκατηγορία 1γ).

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα



Ετερόφωτη Σελήνη: Ιδέες μαθητών/τριών για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Σχήμα 12: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες απαντήσεων για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Αντιθέτως, η απάντηση με το μεγαλύτερο ποσοστό για τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ήταν ότι ο Ήλιος φωτίζει ενώ η Σελήνη όχι (υποκατηγορία 1δ). Συγκεκριμένα, αναφέρθηκε από το 66,1% του δείγματος STEM και από το 59,4% του γενικού πληθυσμού, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες απαντήσεις τους.

Το διαφορετικό μέγεθος των δύο σωμάτων (υποκατηγορία 1β) αναφέρθηκε μόνο από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη) και συγκεκριμένα από δεκατρείς μαθητές/τριες αντίστοιχα (20,9% και 18,8%). Φαίνεται ότι, οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό από εκείνους/ες που πιστεύουν ότι είναι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, τα σχετικά μεγέθη των δύο σωμάτων. Όπως έχει ήδη σχολιαστεί, η κατανόηση της διαφορά μεγέθους των δύο σωμάτων, αποτελεί απαραίτητη γνώση ώστε να αντιληφθούν οι μαθητές ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Οι υπόλοιπες διαφορές οι οποίες αναφέρθηκαν από τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη) και μπορούν να γίνουν δεκτές ως επιστημονικές γνώσεις, ήταν ότι ο Ήλιος είναι άστρο ενώ η Σελήνη είναι πλανήτης/δορυφόρος (υποκατηγορία 1ε) και ότι η Σελήνη αποτελείται από βράχους/πετρώματα ενώ ο

Ήλιος από φωτιά (υποκατηγορία 1στ). Φαίνεται ότι αντιλαμβάνονται, έστω σε μικρό ποσοστό, σε ποια κατηγορία ουρανού σώματος ανήκει ο Ήλιος και η Σελήνη, γεγονός που ίσως επηρεάζει την άποψή τους υπέρ της ετερόφωτης Σελήνης.

Η δεύτερη κατηγορία διαμορφώθηκε από απαντήσεις οι οποίες αποτελούν εναλλακτικές ιδέες.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Η σημαντικότερη από αυτές που ανέφεραν, ήταν ότι τα δύο σώματα εμφανίζονται σε διαφορετικό χρονικό διάστημα του εικοσιτετραώρου (ο Ήλιος την ημέρα, η Σελήνη τη νύχτα), με ποσοστό 25% για το δείγμα STEM και 16% για το δείγμα του γενικού πληθυσμού (υποκατηγορία 2α). Μία από τις ιδέες που κατεγράφησαν στην ερώτηση 1 ήταν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη επειδή δε συνυπάρχει με τον Ήλιο τη νύχτα.

Στην πρώτη ερώτηση, είχε επίσης καταγραφεί ως προβαλλόμενη ιδέα των μαθητών/τριών, ότι η Σελήνη φωτοβολεί επειδή είναι άστρο. Κάποιοι/ες μαθητές/τριες δήλωσαν ως διαφορά των δύο σωμάτων ότι ο Ήλιος αποτελεί άστρο ενώ η Σελήνη έναν καυτό πλανήτη (υποκατηγορία 2β), απάντηση η οποία ίσως δίνει περαιτέρω στοιχεία για το πώς φαντάζονται τη Σελήνη ως άστρο.

Άλλες διαφορές που αναφέρθηκαν ήταν ότι ο Ήλιος έχει ακτίνες ενώ η Σελήνη, αν και φωτεινό σώμα, δεν έχει (υποκατηγορία 2γ), ότι ο Ήλιος είναι κίτρινος ενώ η Σελήνη έχει πάντοτε γκρι χρώμα (υποκατηγορία 2δ) (Comins 2001 ό.α. στο Χαλκιά 2006: 155) και ότι η Σελήνη φαίνεται να αλλάζει σχήματα ενώ ο Ήλιος όχι (υποκατηγορία 2ε).

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

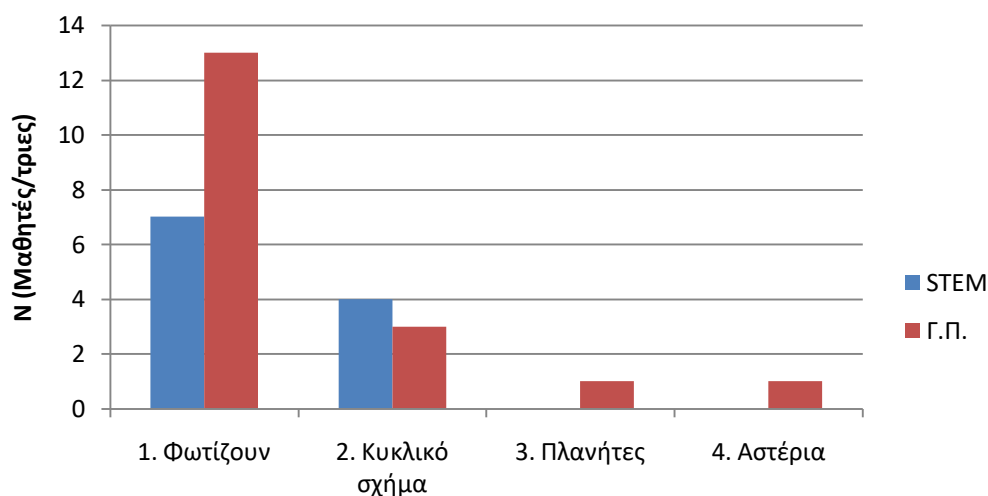
Η ιδέα ότι τα δύο σώματα βρίσκονται στον ουρανό σε διαφορετική ώρα της ημέρας, αναφέρθηκε και από μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, με ποσοστά 4,8% και 8,6% από τα δύο δείγματα αντίστοιχα. Ωστόσο, οι συγκεκριμένοι/ες μαθητές/τριες, πιστεύουν ότι το γεγονός αυτό δεν εμποδίζει τη Σελήνη να είναι ετερόφωτη. Στην ερώτηση 1, όπου αρχικά εμφανίστηκε η συγκεκριμένη άποψη, έδωσαν ερμηνείες για το πώς μπορεί να φωτίζεται η Σελήνη, παρόλο που ο Ήλιος δεν υπάρχει στον ουρανό (πίνακας 1Α). Κοντολογίς, ερμηνεύουν

είτε με βάση τη θέση του Ηλίου (τον τοποθετούν πίσω από τη Σελήνη) είτε μέσω της αποθήκευσης του φωτός του Ηλίου από τη Σελήνη.

Η δεύτερη εναλλακτική ιδέα που αναφέρθηκε από αυτούς/ές, ήταν ότι ο Ήλιος έχει ακτίνες (και η Σελήνη όχι - υποκατηγορία 2γ), ενώ στην τελευταία υποκατηγορία συμπεριλήφθηκαν εκείνοι/ες οι οποίοι/ες ανέφεραν ότι το χρώμα της Σελήνης είναι γκρι ενώ του Ηλίου κίτρινο/λαμπερό (υποκατηγορία 2δ) (Comins 2001 ό.α. στο Χαλκιά 2006: 155).

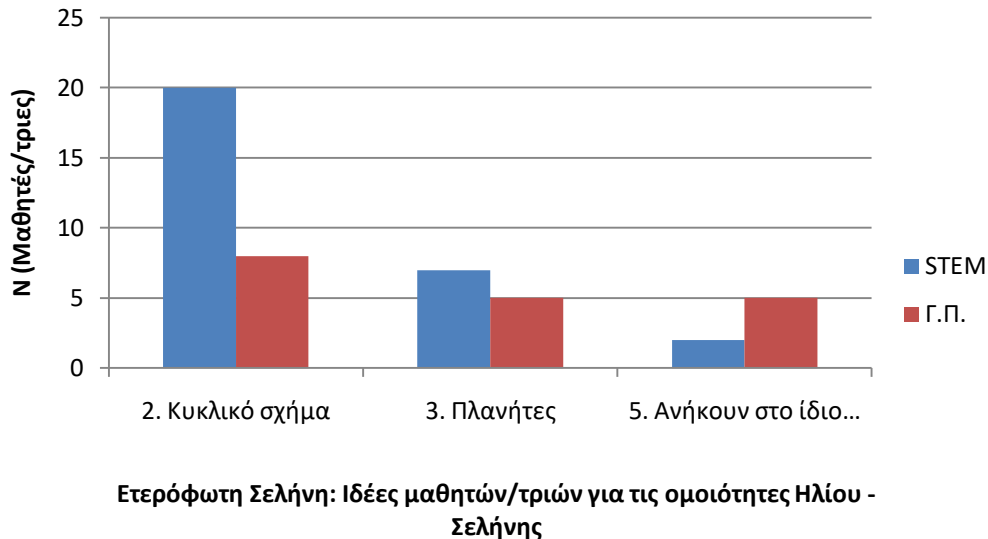
Στην τρίτη ομάδα διαφορών συμπεριλήφθηκε μόνο ένα μικρό ποσοστό των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, το οποίο ανέφερε ότι τα δύο σώματα εκτελούν διαφορετικές κινήσεις, χωρίς όμως να τις προσδιορίσει. Το χαμηλό ποσοστό με το οποίο καταγράφηκε η διαφορά αυτή, αποτελεί ενδεχομένως στοιχείο της ελλιπούς κατανόησης των σχετικών κινήσεων Ηλίου, Γης και Σελήνης.

Ομοιότητες



Αυτόφωτη Σελήνη: Ιδέες μαθητών/τριών για τις ομοιότητες Ηλίου - Σελήνης

Σχήμα 13: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις ομοιότητες Ηλίου - Σελήνης



Σχήμα 14: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις ομοιότητες Ηλίου - Σελήνης

Οι ομοιότητες τις οποίες ανέφεραν οι μαθητές/τριες ήταν αισθητά λιγότερες και χαρακτηρίζονται όλες ως εναλλακτικές ιδέες με εξαίρεση την τελευταία υποκατηγορία. Αρχικά, ήταν σημαντικό ότι από τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα, εφτά από το δείγμα STEM (35%) και δεκατρείς από το γενικό πληθυσμό (52%), ανέφεραν ότι και τα δύο σώματα φωτίζουν, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες απαντήσεις τους.

Δύο μαθητές/τριες ακόμα, εντοπίστηκε ότι δεν αναγνωρίζουν ότι η Σελήνη και ο Ήλιος ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες ουρανίων σωμάτων καθώς χαρακτήρισαν τα δύο σώματα είτε ως αστέρια είτε ως πλανήτες. Η ομοιότητα αυτή εντοπίστηκε και σε ορισμένους/ες μαθητές/τριες οι οποίοι πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Η ιδέα ότι ο Ήλιος και η Σελήνη έχουν κυκλικό σχήμα, φάνηκε επίσης ότι είναι κοινή για τους/τις μαθητές/τριες, είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είτε ετερόφωτη. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι δεν χαρακτηρίζουν τα δύο ουράνια σώματα ως σφαιρικά. Πιθανόν, αναφέρονται στην εικόνα που έχουν σχηματίσει για τη Σελήνη και τον Ήλιο ως κυκλικούς δίσκους, όταν παρατηρούν τον ουρανό. Τέλος, με μικρό ποσοστό, κάποιοι/ες μαθητές/τριες από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), απάντησαν ότι αποτελεί ομοιότητα πως τα δύο σώματα ανήκουν στο ίδιο Ηλιακό Σύστημα και στον ίδιο Γαλαξία. Η απάντηση αυτή περιλαμβάνει επιστημονικά αποδεκτές γνώσεις.

Συνοπτικά, στην ερώτηση 7 επιβεβαιώνονται οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Η βασική εναλλακτική ιδέα είναι ότι η Σελήνη και ο Ήλιος βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις και δε συνυπάρχουν τη νύχτα στον ουρανό. Ταυτόχρονα, το γεγονός ότι δεν αντιλαμβάνονται τα σχετικά μεγέθη και τις σχετικές κινήσεις Σελήνης, Ηλίου και Γης, τους οδηγεί στην άποψη ότι η Σελήνη είναι αδύνατον να φωτίζεται από τον Ήλιο.

3.6.7 Συμπεράσματα

Μέσα από την ανάλυση των δύο δειγμάτων μπορούν να απαντηθούν τα περισσότερα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. κεφ. 3.1). Όσον αφορά το βασικό ερευνητικό ερώτημα, εντοπίζεται ότι:

Περίπου ένας/μία στους/στις τέσσερις μαθητές/τριες από το σύνολο, πιστεύει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.

Η προβαλλόμενη εναλλακτική ιδέα που παρουσιάζουν, είναι ότι η Σελήνη φωτίζει επειδή είναι αστέρι. Όλοι/ες οι μαθητές/τριες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και ειδικά εκείνοι/ες οι οποίοι/ες δεν μπορούν να αιτιολογήσουν την άποψη αυτή, την παραλληλίζουν με ένα άστρο που γνωρίζουν ήδη, τον Ήλιο. Αυτός είναι και ο λόγος που αναφέρουν ότι τα υλικά στην επιφάνεια ή στον πυρήνα της παράγουν το φως.

Μέσα από τη μελέτη των λόγων που διαμορφώνουν την παραπάνω άποψη, είναι εφικτό να απαντηθεί και το πρώτο επιμέρους ερευνητικό ερώτημα «Ποιες υποκείμενες εναλλακτικές ιδέες επηρεάζουν την άποψη των μαθητών/τριών για την αυτόφωτη Σελήνη;»:

Η βασική υποκείμενη εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών είναι ότι επειδή ο Ήλιος δεν υπάρχει τη νύχτα στον ουρανό δε φωτίζει τη Σελήνη. Θεωρούν ότι η μέρα και η νύχτα εναλλάσσονται, με τον Ήλιο να έχει το ρόλο της φωτεινής πηγής στην πρώτη και τη Σελήνη στη δεύτερη. Για να συμβεί αυτό, πιστεύουν ότι τα δύο σώματα βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη.

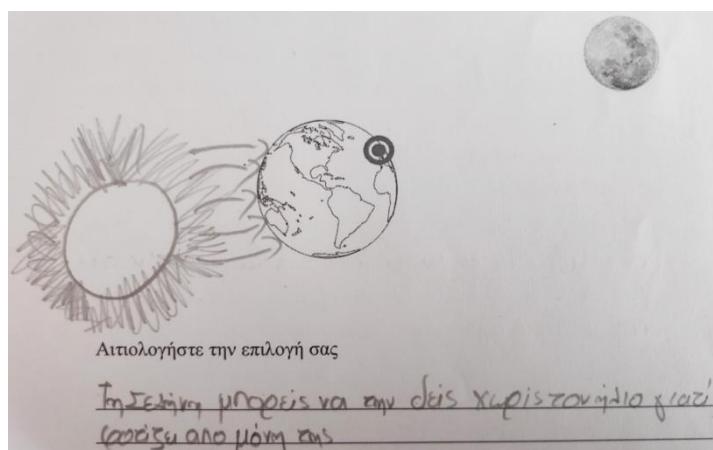
Είναι μία συλλογιστική η οποία προκύπτει για τους εξής λόγους:

- Δεν αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη πάντοτε φωτίζεται η μισή λόγω της θέσης και του μεγέθους του Ηλίου (με εξαίρεση την έκλειψη Σελήνης στην οποία ο Ήλιος ανεξαρτήτως μεγέθους του, δεν μπορεί να φωτίσει τη Σελήνη).
- Δεν έχουν κατακτήσει τις εξής κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη:
α) Την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της και β) Την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη (και τον Ήλιο) (Σταράκης 2014).
- Δεν αντιλαμβάνονται τη διαφορά στο μέγεθος των εν λόγω ουρανίων σωμάτων.
- Δεν αντιλαμβάνονται ότι ανάλογα με το σε ποια θέση η Σελήνη βρίσκεται καθώς κινείται γύρω από τη Γη, εμείς μπορούμε να δούμε ένα τμήμα από τη φωτιζόμενη επιφάνεια της.

Να σημειωθεί επίσης ότι, προγενέστερες έρευνες με θέμα τον εντοπισμό των ιδεών των μαθητών/τριών για τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, έχουν δείξει ότι η ιδέα τους για τις εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις της Σελήνης και του Ηλίου σε σχέση με τη Γη, έχει ως βάση μία γεωκεντρική αντίληψη του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη (Jones et al. 1987, Osborne et al. 1994, Sharp 1996, Taylor et al. 2003, ό.α. στο Halkia & Starakis 2010).

Ουσιαστικά, δεν απορρίπτουν την ιδιότητα του Ηλίου να λειτουργεί ως φωτεινή πηγή και να φωτίζει οτιδήποτε υπάρχει γύρω του, αλλά δε μπορούν να αντιληφθούν το πώς είναι δυνατό να φωτίζει τη Σελήνη. Εάν οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονταν ότι, λόγω των σχετικών κινήσεων και μεγεθών Ηλίου, Γης και Σελήνης, η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, ίσως θεωρούσαν ότι είναι ετερόφωτη. Ωστόσο, για την αναδόμηση της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, πιθανόν να ήταν απαραίτητη η αναδόμηση μόνο της βασικής υποκείμενης εναλλακτικής ιδέας που καταγράφηκε.

Οι παρατηρήσεις αυτές ενισχύονται από τα σχέδια τους. Τοποθετούν τον Ήλιο και τη Σελήνη σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη και σχεδιάζουν τα τρία σώματα ως ισομεγέθη (σχέδιο 15). Ως αποτέλεσμα, όταν η Σελήνη βρίσκεται στον ουρανό, δεν μπορεί να φωτίζεται από τον Ήλιο καθώς τα δύο σώματα δεν έχουν οπτική επαφή.



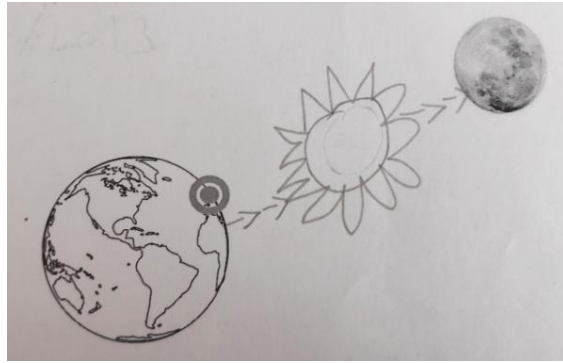
Σχέδιο 15: Ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις (αυτόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)

Από την άλλη, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών που αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα και ότι δεν εκπέμπει από μόνη της φως, δίνουν χρήσιμα στοιχεία για τον εντοπισμό των λόγων που τους οδηγούν προς αυτήν την άποψη.

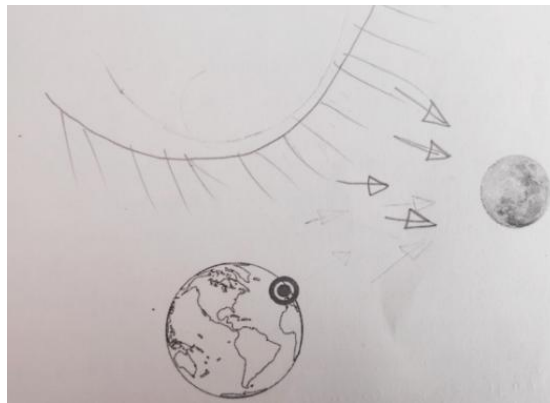
Αρχικά, παρουσίασαν και εκείνοι αρκετές παρανοήσεις όσον αφορά τις έννοιες «αστέρι», «πλανήτης», «δορυφόρος». Σε καμία απάντησή τους όμως, δεν εντοπίστηκε ο χαρακτηρισμός της Σελήνης ως αστέρι. Η άποψη αυτή παρατηρήθηκε αποκλειστικά σε μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη αποτελεί αυτόφωτο σώμα και υποδεικνύει την αδυναμία τους να αντιληφθούν τον τρόπο που εκείνη φωτίζεται από τον Ήλιο.

Επίσης, εντοπίστηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, δεν τοποθετούν τον Ήλιο και τη Σελήνη σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις. Επομένως, παρόλο που κάποιοι/ες αναφέρουν την εναλλακτική ιδέα ότι τα δύο σώματα δε παρατηρούνται ταυτόχρονα στον ουρανό, αντιλαμβάνονται ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη. Ουσιαστικά, αυτή αποτελεί τη **βασική ειδοποιό διαφορά** των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη με εκείνους/ες που πιστεύουν ότι είναι αυτόφωτη.

Αναλυτικότερα, οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αναφέρουν ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη (πίνακας 1.1Α) και παράλληλα τον τοποθετούν σε κατάλληλη θέση ώστε να μπορεί να τη φωτίζει (σχέδιο 16α). Επιπλέον, κάποιοι/ες αντιλαμβάνονται και τα σχετικά μεγέθη του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη (σχέδιο 16β):



Σχέδιο 16α: Ο Ήλιος σε κατάλληλη θέση ώστε να φωτίζει τη Σελήνη, χωρίς αντίληψη για τα σχετικά μεγέθη (ετερόφωτη Σελήνη – δείγμα STEM)



Σχέδιο 16β: Ο Ήλιος σε κατάλληλη θέση ώστε να φωτίζει τη Σελήνη, με αντίληψη για τα σχετικά μεγέθη (ετερόφωτη Σελήνη – δείγμα γενικού πληθυσμού)

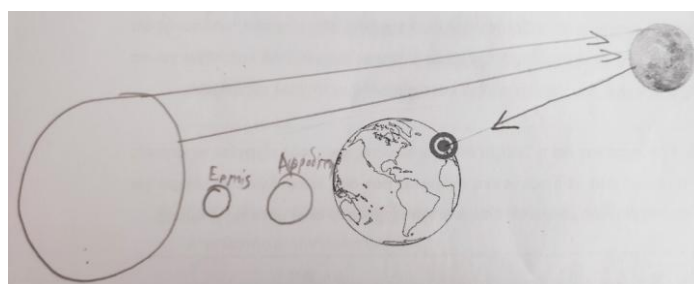
Να σχολιαστεί ότι στα παραπάνω σχέδια εμφανίζονται διάφορες άλλες εναλλακτικές ιδέες. Συγκεκριμένα, στο σχέδιο 16α, ο Ήλιος δεν έχει σχεδιαστεί μεγαλύτερος από τα άλλα ουράνια σώματα και έχει τοποθετηθεί ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη. Επίσης, υπάρχει εκπομπή ακτίνων από το μάτι. Στο σχέδιο 16β, υπάρχει η ιδέα της μονής εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (Ήλιος) προς τη Σελήνη. Επιπλέον, ο Ήλιος έχει τοποθετηθεί σε περίπου ίση απόσταση και από τη Σελήνη και από τη Γη.

Παράλληλα γίνεται φανερό ότι, ενώ ένα μέρος των μαθητών/τριών που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη δεν αντιλαμβάνεται τα σχετικά μεγέθη Ηλίου – Γης – Σελήνης, δεν οδηγείται στην άποψη ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Αυτό συμβαίνει καθώς, όπως έχει σχολιαστεί ήδη, είτε τοποθετούν τον Ήλιο σε κατάλληλη θέση ώστε να φωτίζει τη Σελήνη (σχέδιο 16α) είτε τον τοποθετούν πίσω από τη αυτήν (σχέδια 1α, 1β, 1γ) και θεωρούν ότι από αυτή τη θέση μπορεί να τη φωτίζει ενώ δεν είναι ορατός από τη Γη, είτε αναφέρονται στην αποθήκευση του φωτός του Ηλίου από τη Σελήνη.

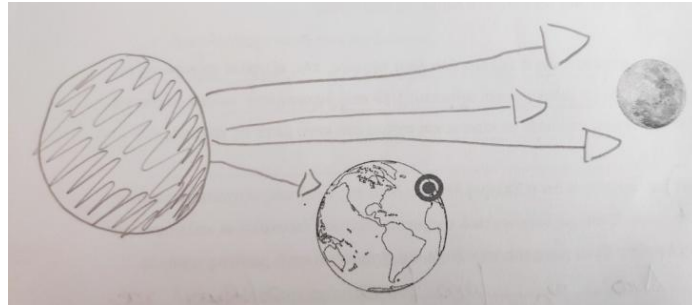
Οι εναλλακτικές ιδέες που παρουσιάζονται στα εν λόγω σχέδια, δεν εμποδίζουν τους/τις μαθητές/τριες να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Εξάλλου, σύμφωνα με τον Σταράκη (2014: 204), όσο πιο σύνθετος είναι ένας συνδυασμός σχετικών κινήσεων με βάση τον οποίο μπορεί ένα φαινόμενο να εξηγηθεί, οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να τον αποτυπώσουν σε σχέδιο, παρόλο που μπορεί να τον έχουν υιοθετήσει στις εξηγήσεις τους. Ένας βασικός λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι ότι δυσκολεύονται να συνδυάσουν την κατανόησή τους για αστρονομικά φαινόμενα με δεξιότητες αντίληψης του χώρου (Black 2005, Heyer et al. 2013, ό.α. στο Σταράκη 2014: 221).

Δευτερευόντως, η ανάλυση ανέδειξε ότι η κατανόηση των σχετικών μεγεθών και των αποστάσεων των τριών σωμάτων, αποτελεί σημαντική προϋπόθεση ώστε να αντιληφθούν οι μαθητές ότι η Σελήνη φωτίζεται διαρκώς από τον Ήλιο (με εξαίρεση τις εκλείψεις) και ότι δεν αποτελεί φωτεινή πηγή. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει μέσα από τη συνδυαστική μελέτη των απαντήσεών τους (και από τα δύο δείγματα), στις ερωτήσεις 1 και 2 (πίνακες 1.1Α και 2Α).

Στην ερώτηση 1, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, δεν είχε δώσει σαφή ερμηνεία της άποψής αυτής (πίνακας 1.1Α). Ωστόσο, όπως φάνηκε στα σχέδια τους στην ερώτηση 2, οι μαθητές/τριες αυτοί/ες αντιλαμβάνονται τη διαφορά στο μέγεθος των δύο σωμάτων, γεγονός το οποίο συμβάλλει στο αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται ακόμα και στην περίπτωση που θεωρούν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις (σχέδια 16β, 17α, 17β). Από την άλλη, όπως αναφέρθηκε ήδη, εκείνοι/ες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, σχεδίαζαν τον Ήλιο, τη Σελήνη αλλά και τη Γη ως ισομεγέθη σώματα. Ουσιαστικά, αυτή αποτελεί τη **δεύτερη ειδοποιό διαφορά** των δύο ομάδων των μαθητών/τριών.



Σχέδιο 17α: ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος και από τη Γη και από τη Σελήνη (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα STEM)



Σχέδιο 17β: ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος και από τη Γη και από τη Σελήνη (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Να διευκρινιστεί ότι στα σχέδια των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος τόσο από τη Σελήνη όσο και από τη Γη. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό, καθώς εάν σχεδίαζαν τη Γη με μέγεθος παραπλήσιο με αυτό του Ηλίου, ίσως θεωρούσαν ότι τον εμποδίζει να φωτίσει τη Σελήνη. Επίσης, φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τα σχετικά μεγέθη Ηλίου – Γης – Σελήνης, ανεξαρτήτως της άποψής τους για το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη. Στο σχέδιο 17α παρουσιάζεται η επιστημονική άποψη ενώ στο σχέδιο 17β παρουσιάζεται η απλή εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (Ήλιος) προς τη Σελήνη.

Κοντολογίς, έχοντας κατακτήσει τη γνώση για τις κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη αλλά και τα σχετικά μεγέθη και τις σχετικές αποστάσεις, θεωρούμε ότι οι μαθητές/τριες είναι ευκολότερο να αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο παρόλο που δεν τον βλέπουν τη νύχτα στον ουρανό. Το συμπέρασμα διαμορφώνεται ως εξής:

Προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, βασική προϋπόθεση είναι η κατανόηση των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεών τους.

Μάλιστα, η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι η γνώση της αλληλεπίδρασης μεταξύ Ηλίου και Γης αλλά και μεταξύ Γης και Σελήνης, αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία μπορεί να δομηθεί η γνώση της αλληλεπίδρασης των πλανητών με τους δορυφόρους τους (Sharp 1996, Χαλκιά 2006, Σμιτζόγλου & Χαλκιά 2006, Halkia & Starakis 2010, Σταράκης 2014 κ.α.).

Σε δεύτερο στάδιο, σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν να εντοπιστεί η πιθανή συσχέτιση της άποψης των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, με τις ιδέες τους για έννοιες της οπτικής. Όσον αφορά το επιμέρους ερευνητικό ερώτημα 2α, διαπιστώθηκε ότι συγκεκριμένες έννοιες της οπτικής, συνδέονται άμεσα με την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια στη Γη και όχι με το γιατί η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Το σχετικό συμπέρασμα το οποίο προκύπτει από την ανάλυση, διαμορφώνεται ως εξής:

Προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες το γιατί η Σελήνη είναι ορατή, είτε πιστεύουν πως είναι αυτόφωτη είτε ότι είναι ετερόφωτη, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η κατανόηση των παρακάτω βασικών εννοιών της οπτικής:

α) Ένα αντικείμενο γίνεται ορατό (π.χ. Σελήνη) από ένα/μία παρατηρητή/τρια, επειδή οι φωτεινές ακτίνες ξεκινάνε από την πηγή φωτός (π.χ. Ήλιος) και κατευθύνονται προς το αντικείμενο (π.χ. Σελήνη). Ένα μέρος τους απορροφάται και ένα μέρος επανεκπέμπεται προς τον παρατηρητή (π.χ. στη Γη).

β) Ορισμός των εννοιών: Αυτόφωτα σώματα/ετερόφωτα σώματα.

γ) Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός.

δ) Πώς βλέπουμε – λειτουργία ματιού.

Αρχικά, μέσα από την ανάλυση εντοπίστηκε ότι η επιστημονική άποψη αναφέρεται αποκλειστικά από κάποιους/ες μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Οι συγκεκριμένοι/ες μαθητές/τριες είναι σε θέση να εξηγήσουν ότι η Σελήνη γίνεται ορατή, εάν λάβουμε υπόψη την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, με πορεία αρχικά από την φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και κατόπιν με επανεκπομπή του φωτός από το ετερόφωτο αντικείμενο προς τον/την παρατηρητή/τρια.

Αντιθέτως, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, δεν αναφέρονται στην έννοια της επανεκπομπής φωτεινών ακτινών και δεν αντιλαμβάνονται το πώς ένα ετερόφωτο αντικείμενο γίνεται ορατό. Φυσικά, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην ερώτηση 2 (πίνακας 2Α – σχέδιο 2), οι μαθητές/τριες απαντούν έχοντας ως δεδομένο ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτο σώμα. Επομένως, αφού

λειτουργεί ως φωτεινή πηγή, στέλνει απευθείας φως προς τη Γη. Υπό το πρίσμα αυτό, οι απαντήσεις τους ήταν σωστές όσον αφορά το πώς βλέπουν αυτόφωτα αντικείμενα.

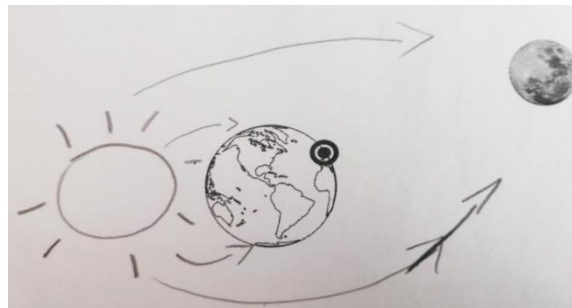
Από την άλλη, οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνονται στην ερώτηση 5, στην οποία έπρεπε να σχεδιαστεί η πορεία του φωτός μέσα σε ένα δωμάτιο, προκειμένου ένα παιδί να δει μία μπάλα που βρίσκεται στο πάτωμα. Στις περισσότερες απαντήσεις των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, καταγράφηκε ότι αρκεί η φωτεινή πηγή να στείλει ακτίνες και να φωτίσει τη μπάλα ενώ κανένας μαθητής δεν έκανε λόγο για επανεκπομπή των ακτινών από την μπάλα προς τα μάτια του παιδιού.

Εν συντομία, φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, έστω σε μικρό ποσοστό είναι πιθανότερο να γνωρίζουν το πώς τα ετερόφωτα αντικείμενα γίνονται ορατά και επομένως να αντιληφθούν το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον παρατηρητή/τρια στη Γη. Οι παρατηρήσεις αυτές αλλά και οι υπόλοιπες κοινές εναλλακτικές ιδέες όλων των μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα, απεικονίζονται και στον πίνακα 5 (βλ. κεφ. 3.6.4), ο οποίος σχολιάζεται στην ανάλυση της ερώτησης 5.

Ωστόσο, σε δεύτερη ανάλυση γίνεται φανερό ότι από τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, το ποσοστό το οποίο φάνηκε να γνωρίζει την επιστημονική άποψη ήταν πολύ μικρό σε σχέση με το σύνολό τους. Οι περισσότεροι/ες, ενώ αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, δεν έχουν κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο εκείνη αλλά και οποιοδήποτε ετερόφωτο αντικείμενο, γίνονται ορατά για κάποιον παρατηρητή.

Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι στην ερώτηση 1 (πίνακες 1.1Α και 1.2Α), οι περισσότεροι/ες αρκέστηκαν στο να απαντήσουν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο χωρίς να δώσουν ερμηνεία της άποψής τους (πέρα από τα σχέδια στην ερώτηση 2). Ελάχιστοι/ες μαθητές/τριες έδωσαν ολοκληρωμένη και επιστημονικά αποδεκτή απάντηση, αναφέροντας την πορεία των ηλιακών ακτίνων από τον Ήλιο προς τη Σελήνη και την επανεκπομπή τους στη Γη. Επίσης, στην ερώτηση 5, το μεγαλύτερο ποσοστό επανέλαβε το μοντέλο της μονής εκπομπής, δηλαδή ότι το ετερόφωτο αντικείμενο (μπάλα), αρκεί να φωτίζεται ώστε να είναι ορατό.

Τέλος, ορισμένοι/ες μαθητές/τριες από αυτούς/ές που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν το πώς η Σελήνη φωτίζεται, ενώ ο Ήλιος δεν βρίσκεται στον ουρανό, σχεδίασαν καμπύλες φωτεινές ακτίνες (σχέδιο 18). Να σημειωθεί ότι, μαζί με το παρακάτω σχέδιο στο οποίο φαίνεται ότι ο Ήλιος έχει τοποθετηθεί σε διαμετρικά αντίθετη θέση από τη Σελήνη σε σχέση με τη Γη, οι συγκεκριμένοι μαθητές/τριες σχολίασαν ότι ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη (δεύτερη ειδοποιός διαφορά). Για να φτάσουν οι ακτίνες στη Σελήνη, πρέπει να ακολουθήσουν καμπυλωτή πορεία πάνω και κάτω από τη Γη. Φαίνεται λοιπόν ότι το γεγονός πως δεν έχουν κατακτήσει τη γνώση σχετικά με τη διάδοση του φωτός, δεν επηρεάζει την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.



Σχέδιο 18: Οι φωτεινές ακτίνες ακολουθούν καμπυλωτή πορεία (από τον Ήλιο προς τη Σελήνη) (ετερόφωτη Σελήνη - δείγμα γενικού πληθυσμού)

Οι παραπάνω παρατηρήσεις, σε συνδυασμό με τον μικρό αριθμό μαθητών/τριών οι οποίοι φαίνεται να έχουν κατανοήσει το πώς γίνεται ορατό ένα ετερόφωτο αντικείμενο, οδηγούν στο συμπέρασμα το οποίο αναφέρεται παραπάνω. Οι έννοιες της οπτικής, οι οποίες επίσης αναφέρονται παραπάνω, έχουν καθοριστικό ρόλο στο να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες τον τρόπο (την πορεία που ακολουθεί το φως) που η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια (από τη Γη). Από την άλλη, δεν επηρεάζουν στο να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη και ότι φωτίζεται από τον Ήλιο.

Όσον αφορά τις φάσεις της Σελήνης και το επιμέρους ερευνητικό ερώτημα 2β, συμπεραίνεται ότι:

Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, δεν επηρεάζουν τις ιδέες τους για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Αντιθέτως, ο τρόπος που εξηγούν τις φάσεις, επηρεάζεται από το εάν πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές/τριες παρουσίασαν κοινές εναλλακτικές ιδέες για το φαινόμενο, αλλά έδωσαν διαφορετική τεκμηρίωση ανάλογα με την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη. π.χ. α) Εμπόδιο, β) Συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης φωτίζουν ή φωτίζονται:

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1: *«Η Σελήνη όσο περισσότερη φωτεινότητα έχει φαίνεται πιο γεμάτη (μαθητής/τρια υπέρ της αυτόφωτης Σελήνης).*

«Τα σχέδια της Σελήνης μεγαλώνουν επειδή αυτό το κομμάτι φωτίζεται τη συγκεκριμένη νύχτα» (μαθητής/τρια υπέρ της ετερόφωτης Σελήνης).

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2: *«Όταν ένας πλανήτης περάσει μπροστά από τη Σελήνη τότε το φως της δε μπορεί να έρθει στη Γη» (μαθητής/τρια υπέρ της αυτόφωτης Σελήνης).*

«Ένας πλανήτης που τυχαίνει να περνάει μπροστά από τη Σελήνη κρύβει ένα κομμάτι της» (μαθητής υπέρ της ετερόφωτης Σελήνης).

Οι απαντήσεις αυτές υποδεικνύουν ότι προσπαθούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με βάση την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη και όχι το αντίθετο. Το συμπέρασμα ενισχύεται και από τις απαντήσεις ορισμένων μαθητών/τριών οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και πλησίασαν την επιστημονική άποψη. Παρά το γεγονός ότι αντιλαμβάνονται πως τα σχήματα καθορίζονται από το ποιο τμήμα του φωτισμένου κομματιού της Σελήνης βλέπουμε, η άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη δεν επηρεάστηκε.

Παράλληλα, ενώ οι μαθητές/τριες οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη προσπάθησαν σε υψηλό ποσοστό να αιτιολογήσουν τις φάσεις μέσω του συνδυασμού των κινήσεων του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης ή ανέφεραν την επιστημονική άποψη, το μεγαλύτερο μέρος τους παρουσίασε εναλλακτικές ιδέες (πίνακες 3-4Α και 3). Επομένως, συμπεραίνουμε ότι οι εναλλακτικές αυτές ιδέες δεν επηρεάζουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Διαφορετικά, θα έπρεπε το ποσοστό το οποίο παρουσιάζει την άποψη αυτή, να ήταν παραπλήσιο με το ποσοστό που λαμβάνει υπόψη τις σχετικές κινήσεις για να εξηγήσει επιστημονικά τις φάσεις. Αντιθέτως, μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι μαθητές/τριες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, είναι πιθανότερο να εξηγήσουν ορθότερα τις φάσεις.

Η άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται το μηχανισμό που προκαλεί τις φάσεις της Σελήνης. Στις απαντήσεις τους (με εξαίρεση των τριών μαθητών/τριών που πλησίασαν την επιστημονική άποψη) δεν αναφέρεται ο συνδυασμός των κινήσεων Γης, Σελήνης και Ηλίου ως η βασική αιτία για την εμφάνιση της Σελήνης με διαφορετικά σχήματα. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι οι μαθητές που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ενδεχομένως να μην γνωρίζουν τις σχετικές κινήσεις των τριών σωμάτων.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη και τις τελευταίες παρατηρήσεις, αναδεικνύεται η ανάγκη της διδασκαλίας σε όλους τους μαθητές των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ηλίου – Γης – Σελήνης, των σχετικών αποστάσεων και μεγεθών τους, ανεξαρτήτου της άποψής τους για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Με την κατάκτηση των παραπάνω γνώσεων, δημιουργείται η βάση ώστε αφενός όλοι/όλες να κατανοήσουν το γεγονός ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη άρα να μην αναπτυχθούν οι εναλλακτικές ιδέες που αναφέρθηκαν και αφετέρου οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, να μπορούν να τεκμηριώσουν επιστημονικά την άποψή τους. Επίσης, αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για τη διδασκαλία βασικών αστρονομικών φαινομένων όπως οι φάσεις της Σελήνης.

Επιπλέον, προτείνεται η διδασκαλία των βασικών εννοιών της οπτικής (που αναφέρονται παραπάνω) οι οποίες αποτελούν βασικό προαπαιτούμενο για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η Σελήνη γίνεται ορατή από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη, να διδάσκονται μετά από την κατάκτηση των γνώσεων για τις σχετικές κινήσεις, τα μεγέθη και τις αποστάσεις. Είναι σημαντικό, οι μαθητές/τριες πρώτα να αντιληφθούν το γιατί η Σελήνη είναι ετερόφωτη (φωτίζεται από τον Ήλιο) και στη συνέχεια να κατανοήσουν το πώς εκείνη γίνεται ορατή.

Όσον αφορά το τρίτο επιμέρους ερευνητικό ερώτημα, εντοπίζεται ότι:

Οι ιδέες των μαθητών/τριών της ομάδας STEM για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη, δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις ανάλογες ιδέες των μαθητών/τριών του γενικού πληθυσμού.

Η σχετική στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 3.6 (πίνακας 2). Μάλιστα, στην ανάλυση της κάθε ερώτησης, δεν εντοπίστηκαν ουσιαστικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών/τριών ανάλογα με το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM ή όχι.

Οι δύο επιμέρους διαφορές που καταγράφηκαν ανάμεσα στους/στις μαθητές/τριες των δύο δειγμάτων, εντοπίστηκαν πρωτίστως στην ερώτηση 5 και συγκεκριμένα στο ποσοστό των απαντήσεων που ήταν επιστημονικά αποδεκτές. Δευτερευόντως, μαθητές/τριες μόνο από το δείγμα STEM, αναδόμησαν μέσα από το ερωτηματολόγιο, την ιδέα τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Όπως σχολιάστηκε ήδη, αυτό μπορεί να οφείλεται είτε σε παραπάνω γνώσεις που έχουν κατακτήσει μέσω άτυπων μορφών μάθησης είτε στην προσπάθειά τους να συνδυάσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες με τις γνώσεις αυτές (Vosniadou 1994, ό.α. στο Halkia & Starakis 2010).

Τέλος, προκειμένου να δοθεί απάντηση στο τελευταίο ερευνητικό ερώτημα, απαιτείται νέα ανάλυση στις απαντήσεις των μαθητών/τριών ανάλογα με το εάν φοιτούν στην Ε' ή τη Στ' Δημοτικού. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.7 Συγκριτική ανάλυση των ιδεών των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού

Η συγκριτική ανάλυση του δείγματος STEM και του δείγματος από το γενικό πληθυσμό, έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις ιδέες των μαθητών/τριών ανάλογα με το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM ή όχι.

Σε δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, κρίθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις ιδέες των μαθητών/τριών, ανάλογα με το εάν φοιτούν στην Ε' ή Στ' Δημοτικού. Σκοπός είναι να διαπιστωθεί εάν οι γνώσεις που έχουν λάβει οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού από την τυπική εκπαίδευση (Φυσικά της Ε' και Γεωγραφία της Στ'), έχουν επηρεάσει τις απόψεις τους για το θέμα που διερευνάται (βλ. κεφ. 2.1).

Από τους/τις 176 μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα συνολικά, οι 83 ήταν μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού και οι 93 της Στ' Δημοτικού.

Από τους/τις μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, οι 28 (33,7%) υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και οι 55 (66,2%) ότι είναι ετερόφωτη. Από τους μαθητές της Στ', 17 μαθητές/τριες (18,2%) διατύπωσαν την πρώτη άποψη ενώ 76 μαθητές/τριες (81,7%) διατύπωσαν τη δεύτερη.

Για να διαπιστωθεί εάν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο τάξεων ως προς την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, πραγματοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος χ^2 (Chi-Square Test). Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν H_0 : «Η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, δεν επηρεάζεται από το εάν φοιτούν στην Ε' ή στη Στ' Δημοτικού».

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	5,505 ^a	1	,019		
Continuity Correction ^b	4,723	1	,030		
Likelihood Ratio	5,529	1	,019		
Fisher's Exact Test				,024	,015
Linear-by-Linear Association	5,474	1	,019		
N of Valid Cases	176				

Πίνακας 6: Σύγκριση των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού ως προς την άποψη τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη

Από τον στατιστικό έλεγχο των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη, ανάλογα με το εάν φοιτούν στην Ε' ή στην Στ' Δημοτικού. Όπως φαίνεται στον πίνακα 6, $p = 0,019 < 0,05$. Επομένως, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και η H_0 απορρίπτεται. Συμπεραίνεται δηλαδή ότι, οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού, υιοθετούν σε μεγαλύτερο ποσοστό την επιστημονικά αποδεκτή άποψη (ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη) σε σχέση με τους/τις μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού.

Στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι μετά την καταγραφή των δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν αντίστοιχοι στατιστικοί έλεγχοι (χ^2) για την κάθε ερώτηση ξεχωριστά. Από τους ελέγχους αυτούς φάνηκε ότι, εάν απομονώσουμε τις απαντήσεις των μαθητών/τριών σε κάθε ερώτηση, δεν εντοπίζονται στατιστικά σημαντικές

διαφορές σε αυτές ανάλογα με την τάξη τους. Για το λόγο αυτό, δεν παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι στατιστικοί πίνακες.

Ωστόσο, στις περιπτώσεις που εντοπίζονται μεγάλες διαφορές στα ποσοστά των ιδεών/απαντήσεων τους ανάλογα με την τάξη τους, θα γίνει προσπάθεια να δοθούν οι αντίστοιχες ποιοτικές ερμηνείες. Επίσης, σε κάθε ερώτηση παρατίθεται σχετικός πίνακας με τις κατηγορίες των ιδεών/απαντήσεων τους αλλά και τα αντίστοιχα ραβδογράμματα. Εξάιρεση αποτελεί η ερώτηση 6 για την οποία δεν κρίθηκε αναγκαίο να πραγματοποιηθεί η σχετική ανάλυση. Στη συνέχεια, η κάθε ερώτηση αναλύεται ξεχωριστά τόσο για τους/τις μαθητές/τριες που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη όσο και για εκείνους/ες που υποστηρίζουν ότι είναι ετερόφωτη.

Τέλος, πριν την παρουσίαση της συγκριτικής ανάλυσης των τάξεων, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι τα ποσοστά στους επιμέρους πίνακες, διαμορφώθηκαν με βάση το σύνολο των μαθητών/τριών από την κάθε τάξη, που υποστήριξε ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Συγκεκριμένα:

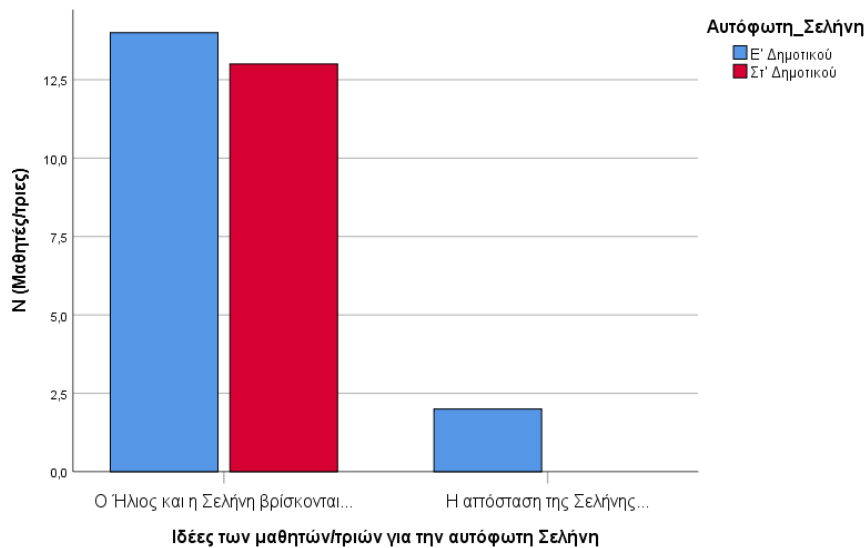
- Αυτόφωτη Σελήνη: 28 μαθητές/τριες από την Ε' Δημοτικού (33,8%) και 17 μαθητές/τριες από την Στ' Δημοτικού (18,3%).
- Ετερόφωτη Σελήνη: 55 μαθητές/τριες από την Ε' Δημοτικού (66,2%) και 76 μαθητές/τριες από την Στ' Δημοτικού (81,7%).

Να σημειωθεί εκ νέου ότι για λόγους συντομίας, οι μαθητές/τριες που δήλωσαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, θα αναφέρονται και ως κατηγορία Α ενώ οι μαθητές/τριες που δήλωσαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη και ως κατηγορία Β.

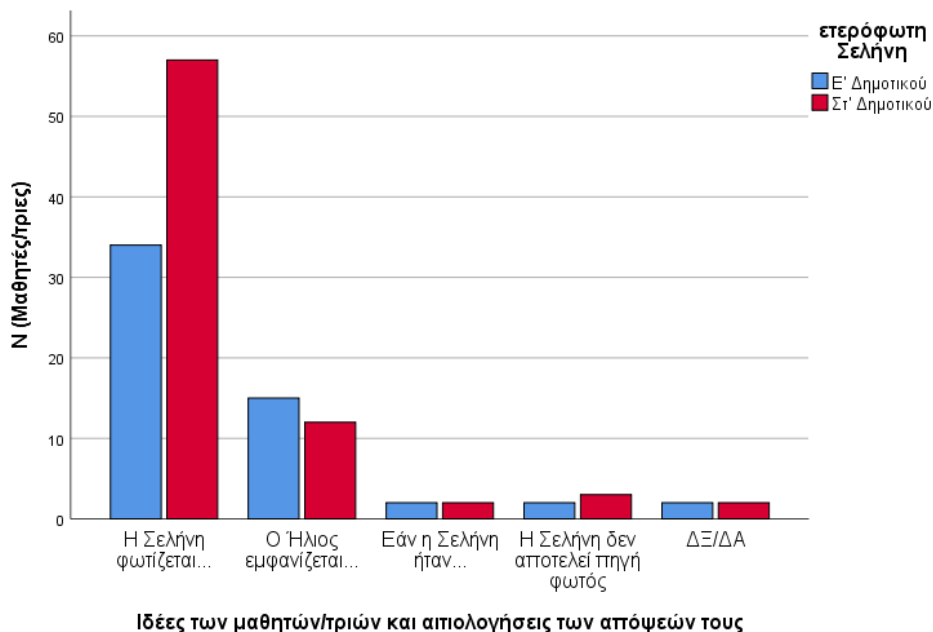
3.7.1 Ερώτηση 1 και 1 Α

Στην ανάλυση της ερώτησης 1, παρουσιάζονται πρώτα οι διαφορές μεταξύ των δύο τάξεων για α) τις υποκείμενες ιδέες στις οποίες οφείλεται η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και β) τις βασικές αιτίες μέσω των οποίων οι μαθητές/τριες επιχειρηματολογούν υπέρ της άποψής του ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι διαφορές στις ερμηνείες που έδωσαν, με σκοπό να εξηγήσουν σε δεύτερο στάδιο τις απόψεις τους.

Πίνακας 1.1B: Ερώτηση 1 και 1 Α				
Προβαλλόμενες Ιδέες	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού
Η Σελήνη είναι αστέρι.	28 (33,7%)	17 (18,2%)	-	-
Η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα.	-	-	55 (66,2%)	76 (81,7%)
Εναλλακτικές ιδέες/ Απαντήσεις των μαθητών/τριών	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού
Υποκείμενες ιδέες/Αιτίες				
Κυρίαρχη ιδέα:	14 (50%)	13 (76,4%)	-	-
1. Ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις (Η Γη ως εμπόδιο για να φτάσει το φως του Ήλιου στη Σελήνη).				
2. Η απόσταση της Σελήνης από τον ήλιο είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην φωτίζεται.	2 (7,1%)	-	-	-
3. Η Σελήνη φωτίζεται από τον ήλιο.	-	-	34 (62%)	57 (75,2%)
4. Ο Ήλιος εμφανίζεται μόνο την ημέρα και η Σελήνη εμφανίζεται μόνο τη νύχτα. Γι' αυτό, η Σελήνη είτε φωτίζεται έμμεσα από τον Ήλιο, είτε από άλλες φωτεινές πηγές.	-	-	15 (27,2%)	12 (15,7%)
5. Εάν η Σελήνη ήταν αυτόφωτη δε θα εμφανιζόταν με διαφορετικά σχήματα στον ουρανό (φάσεις), αλλά θα έπρεπε να φωτίζεται ολόκληρη.	-	-	2 (3,6%)	2 (3,9%)
6. Η Σελήνη δεν αποτελεί πηγή φωτός.	-	-	2 (3,6%)	3 (2,6%)
7. Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	-	-	2 (3,6%)	2 (2,6%)
Μη αναφορά αιτίων				
8. Δεν αναφέρεται άλλος λόγος.	9 (32,2%)	2 (11,8%)	-	-
9. Ταυτολογική διατύπωση.	3 (10,7%)	2 (11,8%)	-	-



Σχήμα 15: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες υποκειμένων εναλλακτικών ιδεών με αναφορά σε αιτία.



Σχήμα 16: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες ιδεών και αιτιολογήσεις της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, όλοι/ες οι μαθητές/τριες και των δύο τάξεων οι οποίοι/ες υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ρητά ή έμμεσα εκφράζουν την άποψη ότι η Σελήνη είναι αστέρι καθώς θεωρούν ότι αποτελεί αυτόφωτο σώμα (Sharp 1996 όπως αναφέρεται στο Χαλκιά 2006, Bennachio 2001). Η προβαλλόμενη άποψη όλων των μαθητών/τριών που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη είναι ότι η Σελήνη αποτελεί ετερόφωτο σώμα καθώς υποστηρίζουν ότι προκειμένου να είναι ορατή, πρέπει να φωτίζεται από τον Ήλιο. Επομένως, έχει ενδιαφέρον να μελετηθούν

οι βασικές αιτίες μέσω των οποίων, οι μαθητές/τριες επιχειρηματολογούν υπέρ της άποψής τους.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Για τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Α, οι υποκείμενες ιδέες οι οποίες οδήγησαν τη σκέψη τους προς την κατεύθυνση αυτή, εντοπίστηκαν συνεξετάζοντας τις απαντήσεις τους τόσο στην ερώτηση 1 όσο και στην ερώτηση 1.Α. και διαχωρίστηκαν σε εκείνες οι οποίες αναφέρουν κάποια αιτία και σε εκείνες που δεν αναφέρουν καμία.

Συγκεκριμένα, η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα τους είναι ότι ο Ήλιος και η Σελήνη δεν συνυπάρχουν ταυτόχρονα στον ουρανό καθώς βρίσκονται συνεχώς σε εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις. Συγκεκριμένα, αναφέρθηκε από το 50% των μαθητών/τριών της Ε' και από το 76,4% των μαθητών/τριών της Στ'. Όπως έχει σχολιαστεί στη συγκριτική ανάλυση των δύο δειγμάτων, οι μαθητές/τριες στην υποκατηγορία αυτή ταυτίζουν την ημέρα με την παρουσία του Ήλιου και τη νύχτα με την παρουσία της Σελήνης και πιστεύουν ότι η Σελήνη, αφού δεν μπορεί να πάρει φως από κάποια πηγή, το παράγει μόνη της (Casati 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 283, Sharp 1995, Vosniadou & Brewer 1994 ό.α. στο Κούτρα 2009: 27). Επιπλέον, στην άποψη αυτή υποκρύπτεται άλλη μία εναλλακτική ιδέα, ότι δηλαδή η Γη εμποδίζει το φως του Ήλιου να φτάσει στη Σελήνη, γεγονός το οποίο φανερώνει την αδυναμία των μαθητών/τριών να αντιληφθούν τα σχετικά μεγέθη Ηλίου – Γης – Σελήνης.

Η δεύτερη υποκείμενη ιδέα καταγράφηκε μόνο από δύο μαθητές (7,1%) της Ε' Δημοτικού. Θεωρούν ότι ο Ήλιος βρίσκεται τόσο μακριά από τη Σελήνη, με αποτέλεσμα οι ηλιακές ακτίνες να χάνονται στο διάστημα και να μην μπορούν να φτάσουν ως εκείνη.

Όσον αφορά τις δύο υποκατηγορίες στις οποίες δεν αναφέρεται κάποια αιτία, εννέα μαθητές/τριες (32,2%) από την Ε' Δημοτικού και 2 μαθητές/τριες (11,8%) από τη Στ' Δημοτικού, δεν αιτιολόγησαν περαιτέρω την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Οι μαθητές/τριες αυτοί/ές, τεκμηριώνουν την άποψή τους αναφέροντας αποκλειστικά ότι η Σελήνη είναι αστέρι.

Τέλος, ένα μικρό ποσοστό από αυτούς/ές έδωσε ταυτολογική απάντηση. Ως ταυτολογία χαρακτηρίζεται μία απάντηση η οποία αναπαράγει την εκφώνηση χωρίς

να προσθέτει κάποιο επιπλέον στοιχείο. Από τους/τις μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, τρεις μαθητές/τριες απάντησαν κατά αυτόν τον τρόπο (10,7%) ενώ αντίστοιχα από εκείνους/ες της Στ', δύο (11,8%) απάντησαν με ταυτολογία.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

Από τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, το 62% των μαθητών/τριών της Ε' και το 75,2% των μαθητών/τριών της Στ' δίνουν ως αιτιολόγηση ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο. Αυτή αποτελεί και την βασική άποψη η οποία καταγράφηκε.

Η τέταρτη υποκατηγορία (η οποία είναι η δεύτερη για τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Β), παρουσιάζει σχετική διαφοροποίηση ανάλογα την τάξη των μαθητών/τριών. Ουσιαστικά, αποτελεί την πρώτη εναλλακτική ιδέα που εμφανίζουν οι μαθητές/τριες οι οποίοι πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Δεκαπέντε (27,2%) της Ε' τάξης και δώδεκα (15,7%) μαθητές/τριες της Στ' τάξης, ανέφεραν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη δε είναι δυνατόν να συνυπάρχουν στον ουρανό. Φαίνεται δηλαδή ότι ταυτίζουν τη μέρα με την παρουσία του Ηλίου και τη νύχτα με την παρουσία της Σελήνης, παρόλο που αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο.

Όπως έχει σχολιαστεί ήδη κατά την ανάλυση των δύο δειγμάτων, ξεπερνάνε την ιδέα αυτή είτε τοποθετώντας τον Ήλιο πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας, είτε κάνοντας λόγο για αποθήκευση του ηλιακού φωτός από τη Σελήνη. Αναλυτικότερη σύγκριση των μηχανισμών πραγματοποιείται παρακάτω.

Οι επόμενες δύο υποκατηγορίες εμφανίζονται με πολύ μικρά ποσοστά. Η άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη επειδή δεν αποτελεί πηγή φωτός, αναφέρθηκε από δύο μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης και τρεις της έκτης τάξης. Επιπλέον, η άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτο σώμα επειδή έχει διαφορετικές φάσεις, διατυπώθηκε από δύο και δύο μαθητές/τριες αντίστοιχα. Τέλος, δύο μαθητές/τριες από κάθε τάξη δεν απάντησαν καθόλου.

Σε πρώτη φάση, αναλύοντας τις αιτιολογήσεις των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, εντοπίζονται ενδείξεις ότι, ανεξαρτήτως της τάξης τους, δυσκολεύονται να τεκμηριώσουν την άποψη τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Όσον αφορά τους μηχανισμούς μέσω των οποίων εξηγούν σε δεύτερο στάδιο την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, οι διαφορές τους ανάλογα με την τάξη των μαθητών/τριών, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1.2B: Ερώτηση 1 και 1 A				
Μηχανισμοί παραγωγής του φωτός της Σελήνης	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού
1. Η Σελήνη αποθηκεύει το φως από τον ήλιο (κατά την ανατολή ή τη δύση, όπου και συνευρίσκονται για μικρό χρονικό διάστημα).	6 (21,5%)	2 (11,7%)	-	-
2. Το εσωτερικό της Σελήνης παράγει φως.	6 (21,4%)	-	-	-
3. Το έδαφος της Σελήνης παράγει φως.	3 (10,7%)	-	-	-
4. Η Σελήνη παράγει ενέργεια.	-	2 (11,7%)	-	-
5. Χωρίς ερμηνεία.	13 (46,4%)	13 (76,6%)	32 (58,3%)	32 (42,3%)
6. Χωρίς μηχανισμό αλλά με απλή δήλωση (Ο Ήλιος είναι αυτόφωτος και η Σελήνη ετερόφωτη).	-	-	3 (5,5%)	21 (27,6%)
7. Ο Ήλιος κρύβεται πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας και έτσι τη φωτίζει χωρίς ο ίδιος να φαίνεται.	-	-	9 (16,4%)	10 (13,1%)
8. Οι ηλιακές ακτίνες ανακλώνται στη Σελήνη.	-	-	4 (7,2%)	9 (11,8%)
9. Οι ηλιακές ακτίνες ανακλώνται στη Γη και φωτίζουν	-	-	2 (3,6%)	1 (1,3%)

τη Σελήνη.				
10. Η Σελήνη αποθηκεύει φως από τον Ήλιο κατά την ανατολή και τη δύση του γιατί μόνον τότε τα 2 σώματα συμπίπτουν στον ουράνιο θόλο.	-	-	4 (7,2%)	2 (2,6%)
11. Η Σελήνη φωτίζεται από γειτονικά αστέρια.	-	-	1 (1,8%)	1 (1,3%)

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Οι μηχανισμοί που διατυπώθηκαν από τους/τις μαθητές/τριες που είχαν εκφράσει την άποψη ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, παρουσιάζονται πρώτοι. Συγκεκριμένα, έξι μαθητές/τριες από την Ε' και δύο από τη Στ' τάξη, ανέφεραν τον μηχανισμό της αποθήκευσης φωτός από τον Ήλιο κατά τη δύση του, όταν τα δύο σώματα συνυπάρχουν για λίγο στον ουρανό.

Έξι μαθητές/τριες μόνο από την πέμπτη τάξη, θεωρούν ότι το φως της Σελήνης παράγεται από το εσωτερικό της, στο οποίο βρίσκονται υλικά τα οποία μπορούν να φωτίσουν το χώρο. Αντίστοιχα, η ερμηνεία ότι τα υλικά στο έδαφος της Σελήνης (πετρώματα, κρατήρες, ηφαίστεια) είναι η πηγή φωτός της, αναφέρθηκε μόνο από τρεις μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού. Μόνο δύο μαθητές/τριες της έκτης τάξης, ανέφεραν ότι η Σελήνη παράγει ενέργεια με τον τρόπο που τον παράγει ο Ήλιος και γι αυτό φωτοβολεί. Τέλος, δεκατρείς μαθητές/τριες από κάθε τάξη (46,4% και 76,6% αντίστοιχα) δεν αναφέρθηκαν σε κάποιον μηχανισμό.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

Μεγάλο μέρος και των μαθητών/τριών που είχαν δηλώσει ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, δεν ανέφερε κάποιον μηχανισμό. Συγκεκριμένα, το 58,3% των μαθητών/τριών της πέμπτης και το 42,3% των μαθητών/τριών της έκτης τάξης, τοποθετήθηκαν στην υποκατηγορία αυτή. Επιπλέον, τρεις μαθητές/τριες από την Ε' Δημοτικού (5,5%) και εικοσιένα από τη Στ' Δημοτικού (27,6%), χαρακτήρισαν τον Ήλιο ως αυτόφωτο σώμα και τη Σελήνη ως ετερόφωτο, χωρίς όμως να κάνουν λόγο για τον μηχανισμό μέσω του οποίου φωτίζεται (υποκατηγορία 6).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η επόμενη υποκατηγορία μηχανισμών. Εννέα από την Ε' τάξη και δέκα μαθητές/τριες από τη Στ' τάξη, δήλωσαν ότι ο Ήλιος πηγαίνει πίσω από τη Σελήνη κατά τη διάρκεια της νύχτας (υποκατηγορία 7). Θεωρούν ότι από αυτή τη θέση, μπορεί να φωτίζει τη Σελήνη και ταυτόχρονα να μην είναι ορατός στο νυχτερινό ουρανό.

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες ανέφεραν ότι οι ηλιακές ακτίνες ανακλώνται στη Σελήνη και μετά έρχονται προς τη Γη (υποκατηγορία 8). Επιπλέον, δύο μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης και ένας/μία μαθητής/τρια της έκτης τάξης, απάντησαν ότι οι ηλιακές ακτίνες χρειάζεται να έρθουν πρώτα στη Γη και στη συνέχεια να πάνε στη Σελήνη ώστε εκείνη να φωτιστεί (υποκατηγορία 9). Με μικρό ποσοστό αναφέρθηκε επίσης ότι η Σελήνη φωτίζεται κατά τη δύση του Ηλίου όπου τα δύο σώματα συνυπάρχουν για ένα μικρό χρονικό διάστημα στον ουρανό και αποθηκεύει το φως του (υποκατηγορία 10). Τέλος, δύο μαθητές/τριες του γενικού πληθυσμού, ανέφεραν ότι παρόλο που ο Ήλιος λείπει τη νύχτα, η Σελήνη φωτίζεται από άλλα αστέρια (υποκατηγορία 11).

Από την ανάλυση του πίνακα 1.1B (αιτίες) έγινε φανερό ότι οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, είναι πιθανότερο να δηλώσουν ρητά ότι Σελήνη είναι αστέρι. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στο ότι δεν έχουν διδαχθεί τις έννοιες «άστρο», «πλανήτης», «δορυφόρος», «ετερόφωτο σώμα», «αυτόφωτο σώμα», τις οποίες διδάσκονται στα Φυσικά της Ε' Δημοτικού (βλ. κεφ. 2.1). Επίσης, η ιδέα ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη λόγω της απόστασης του Ηλίου, αναφέρθηκε έστω και με μικρό ποσοστό μόνο από μαθητές/τριες της ίδιας τάξης. Η εμφάνιση της ιδέας αυτής ίσως οφείλεται στο ότι δεν έχουν διδαχθεί τη διάδοση του φωτός και το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Αντιθέτως, οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού είναι πιθανότερο να αιτιολογήσουν την άποψή τους μέσω της εναλλακτικής ιδέας ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται σε εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη.

Επίσης, μέσα από την ανάλυση του πίνακα 1.2B (μηχανισμοί), διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού που υποστηρίζει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, δεν προσπαθεί να δώσει κάποιον ερμηνευτικό μηχανισμό για να εξηγήσει την άποψή αυτή. Από εκείνους/ες οι οποίοι δίνουν κάποιο μηχανισμό, οι περισσότεροι/ες αναφέρονται στην αποθήκευση του φωτός του Ηλίου. Από την άλλη,

οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, φαίνεται εκ νέου ότι είναι πιθανότερο να ταυτίζουν τη Σελήνη με τον Ήλιο καθώς αναφέρουν ότι φωτοβολεί μέσω του πυρήνα της ή του εδάφους της.

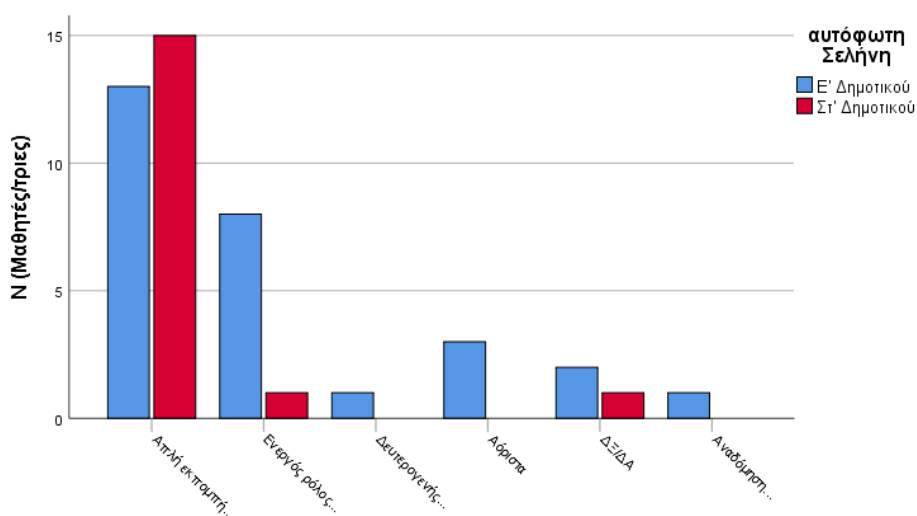
Όσον αφορά τους/τις μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, παρατηρείται ότι ανάλογα με την τάξη τους, υπάρχει σχετική διαφοροποίηση στις δύο πρώτες κατηγορίες αιτιών. Η διαφορά αυτή ενδεχομένως υποδεικνύει οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού σε μεγαλύτερο βαθμό τείνουν να εξηγήσουν την άποψή τους μέσω της εμπειρίας τους, σύμφωνα με την οποία ο Ήλιος δεν υπάρχει τη νύχτα στον ουρανό. Παράλληλα, το χαμηλό ποσοστό των μαθητών/τριών της έκτης τάξης στην τέταρτη υποκατηγορία των αιτιών, υποδεικνύει ότι ίσως έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό κατανοήσει τις σχετικές κινήσεις Ηλίου, Γης και Σελήνης, μέσω της τυπικής εκπαίδευσης

Μία σημαντική παρατήρηση προκύπτει και από την προσεκτικότερη μελέτη της υποκατηγορίας 6 των μηχανισμών. Παρόλο που στην υποκατηγορία αυτή δεν αναφέρεται κάποιος μηχανισμός, φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού γνωρίζουν σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό τις έννοιες «αυτόφωτο» και «ετερόφωτο» σώμα. Η διαφορά αυτή προκύπτει ίσως από το γεγονός ότι έχουν διδαχθεί τις συγκεκριμένες έννοιες όπως και τις έννοιες «άστρο», «πλανήτης», «δορυφόρος» από το μάθημα «Φυσικά» της Ε' Δημοτικού (βλ. κεφ. 2.1).

3.7.2 Ερώτηση 2

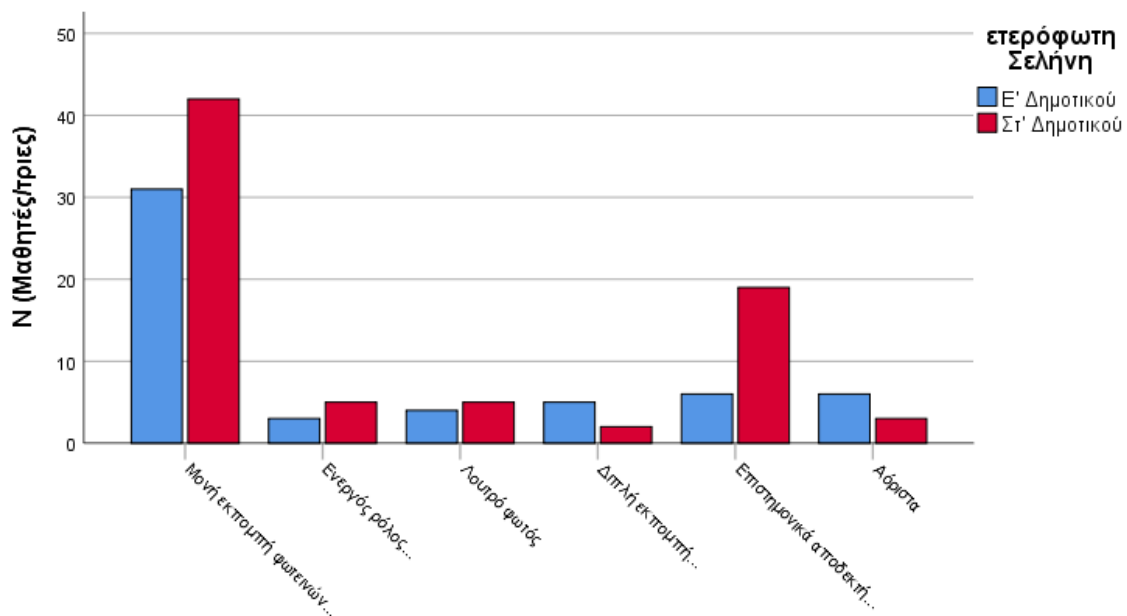
Πίνακας 2B: Ερώτηση 2				
Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη				
Εναλλακτικές ιδέες/ Απαντήσεις των μαθητών/τριών	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού	N (%) Ε' Δημοτικού	N (%) Στ' Δημοτικού
Απλή εκπομπή από το αυτόφωτο αντικείμενο (Σελήνη) προς τον/την παρατηρητή/τρια.	13 (46,6%)	15 (88,2%)	-	-
Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (Ήλιος) προς το αντικείμενο (Σελήνη).	-	-	31 (56,3%)	42 (55,3%)

Ενεργός ρόλος ματιού (Μονή εκπομπή φωτεινών ακτινών από το μάτι του/της παρατηρητή/τριας προς τη Σελήνη).	8 (28,6%)	1 (5,9%)	3 (5,5%)	5 (6,5%)
Δευτερογενής πρόσληψη και εκπομπή: Σελήνη (φωτεινή πηγή) – μάτι παρατηρητή/τριας – Σελήνη (φωτεινή πηγή).	1 (3,5%)	-	-	-
Λουτρό φωτός (από τον Ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις).	-	-	4 (7,2%)	5 (6,5%)
Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή (Ήλιος) προς τον/την παρατηρητή/τρια και προς το αντικείμενο (Σελήνη).	-	-	5 (9%)	2 (2,6%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (Ήλιος – Σελήνη – Γη).	-	-	6 (11%)	19 (25,2%)
Αόριστα	3 (10,7%)	-	6 (11%)	3 (3,9%)
Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	2 (7,1%)	1 (5,9%)	-	-
Αναδόμηση της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.	1 (3,5%)	-	-	-



Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη

Σχήμα 17: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη



Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς γίνεται ορατή η Σελήνη από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη

Σχήμα 18: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή από έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη

Στην ερώτηση 2, οι υποκατηγορίες των απαντήσεων αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Η κυρίαρχη άποψη των μαθητών/τριών της κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη) όσον αφορά το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή και η οποία είχε καταγραφεί στη συγκριτική ανάλυση των δύο δειγμάτων, ήταν η απλή εκπομπή από το αυτόφωτο αντικείμενο προς το μάτι. Δεκατρείς μαθητές/τριες (46,6%) της πέμπτης τάξης, και δεκαπέντε μαθητές/τριες έκτης τάξης (88,2%) απάντησαν χρησιμοποιώντας το μοντέλο του «φωτός που φτάνει στο μάτι» (Reception model) από το αυτόφωτο σώμα (Σελήνη) (Guesne 1985).

Είναι απαραίτητο να αναφερθεί εκ νέου ότι οι μαθητές/τριες αυτοί/ές, απαντούν έχοντας υπόψη ότι η Σελήνη αποτελεί μία φωτεινή πηγή. Επομένως, η απάντησή τους όσον αφορά το πώς γίνεται ορατό ένα αυτόφωτο σώμα για έναν/μία παρατηρητή/τρια από τη Γη, θεωρείται επιστημονικά αποδεκτή.

Για τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη), διαπιστώνεται ότι η ιδέα της μονής εκπομπής φωτεινών ακτινών από πηγή (Ήλιος) προς το αντικείμενο (Σελήνη) (σύμφωνα με τις έρευνες που αναφέρονται στο βιβλίο της Χαλκιά 2012: 412) καταγράφηκε με παρόμοιο ποσοστό και από τις δύο τάξεις. Το 56,3% των μαθητών/τριών της πέμπτης τάξης και το 55,3% της έκτης τάξης, απάντησε ότι αρκεί ο Ήλιος να φωτίζει τη Σελήνη προκειμένου εκείνη να είναι ορατή. Οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο αλλά ανεξάρτητα από την τάξη στην οποία ανήκουν, δε μπορούν να εξηγήσουν το πώς είναι ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια στη Γη.

Η ιδέα του ενεργού ρόλου του ματιού η οποία εντοπίζεται σε έρευνες που αναφέρονται στο Χαλκιά 2012, σελ. 412-415, αναφέρθηκε και από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη) και από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη). Ουσιαστικά, αποτελεί την πρώτη ισχυρή εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και εκφράστηκε από οχτώ μαθητές/τριες της πέμπτης (28,6%) και μόλις έναν/μία μαθητή/τρια της έκτης (5,9%). Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), τρεις μαθητές/τριες και πέντε αντίστοιχα αναφέρθηκαν στον ενεργό ρόλο του ματιού.

Στους/στις υπόλοιπους/ες μαθητές/τριες, εντοπίστηκαν με μικρό ποσοστό κάποιες επιπλέον εναλλακτικές ιδέες. Όπως έχει αναφερθεί ήδη, οι περισσότερες από αυτές, έχουν εντοπιστεί σε έρευνες οι οποίες αναφέρονται στο βιβλίο της Χαλκιά (2012). Για λόγους συντομίας, παρακάτω θα αναφέρεται η σελίδα στην οποία παραπέμπει το εκάστοτε μοντέλο.

Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), ένας/μία μόνο μαθητής/τρια της πέμπτης τάξης ανέφερε ότι το φως έρχεται πρώτα από τη Σελήνη προς τα μάτια του παρατηρητή και προκειμένου να τη δει, το φως πρέπει να επιστρέψει πίσω. Επιπλέον, τρεις μαθητές/τριες από την Ε' Δημοτικού απάντησαν αόριστα ενώ δύο μαθητές/τριες από την Ε' Δημοτικού και ένας/μία από τη Στ' δεν απάντησαν καθόλου στην ερώτηση. Τέλος, για έναν/μία μαθητή/τρια της πέμπτης τάξης, η συγκεκριμένη ερώτηση λειτούργησε ως ερώτηση αναδόμησης.

Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), η ιδέα του λουτρού φωτός παρουσιάστηκε από τέσσερις μαθητές/τριες της πέμπτης και πέντε της έκτης. Επιπλέον, πέντε και δύο μαθητές/τριες αντίστοιχα σχεδίασαν το μοντέλο της διπλής

εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το μάτι και προς το αντικείμενο.

Όσον αφορά τις απαντήσεις οι οποίες θεωρήθηκαν επιστημονικά αποδεκτές, εντοπίστηκαν μόνο σε μαθητές/τριες οι οποίοι πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Μάλιστα, παρατηρήθηκε σχετική διαφορά στο εκατέρωθεν ποσοστό για τις δύο τάξεις. Έξι μαθητές/τριες (11%) και δεκαεννέα μαθητές/τριες (25,2%) αντίστοιχα, συμπεριλήφθηκαν σε αυτήν την κατηγορία.

Όπως έχει αναφερθεί, κριτήριο για να μπουν σε αυτή την κατηγορία ήταν να σχεδιάσουν μία ακτίνα ή δέσμη φωτός από τον Ήλιο προς τη Σελήνη και από τη Σελήνη στη Γη. Επιπλέον, να αναφέρουν στην απάντησή τους όρους «ανάκλαση», «απορρόφηση» και «επανεκπομπή» φωτεινών ακτινών ή κάποιους από αυτούς.

Όπως γίνεται φανερό, οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης δίνουν σε μεγαλύτερο ποσοστό απαντήσεις οι οποίες είναι επιστημονικά αποδεκτές. Έχει ήδη αναφερθεί ότι έχουν διδαχθεί βασικές έννοιες από το πεδίο της οπτικής όπως η διάδοση του φωτός, η ανάκλαση των ακτίνων, η λειτουργία του ματιού και οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση του τρόπου που βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Το γεγονός αυτό ίσως επηρεάζει τις απαντήσεις τους στο συγκεκριμένο ερώτημα.

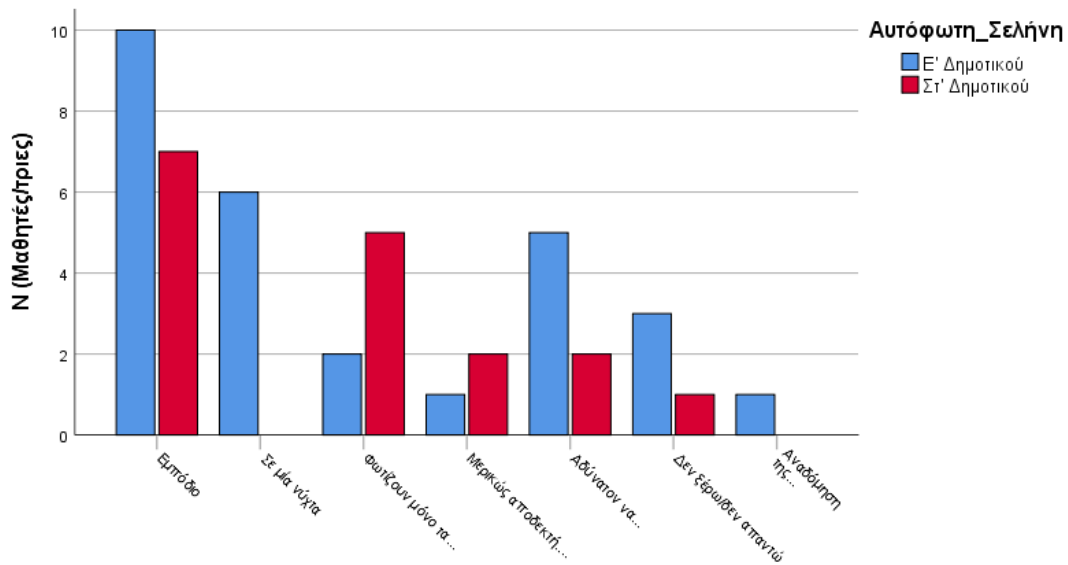
Για την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), παρατηρείται ότι οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού παρουσιάζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό εναλλακτικά μοντέλα από ότι οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού. Ουσιαστικά, στο συγκεκριμένο ερώτημα οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού απαντούν σχεδόν εξ' ολοκλήρου με βάση την επιστημονική άποψη, καθώς εξηγούν το πώς γίνεται ορατό ένα αυτόφωτο αντικείμενο (Σελήνη) για έναν/μία παρατηρητή/τρια από τη Γη.

Παράλληλα, τόσο από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη) όσο και από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), οι απαντήσεις οι οποίες ήταν αόριστες δόθηκαν κυρίως από μαθητές/τριες της Ε' τάξης. Οι διαφορές αυτές ίσως οφείλονται επίσης στο ότι μόνο οι μαθητές/τριες της Στ' έχουν διδαχθεί βασικές έννοιες της οπτικής.

3.7.3 Ερωτήσεις 3 και 4

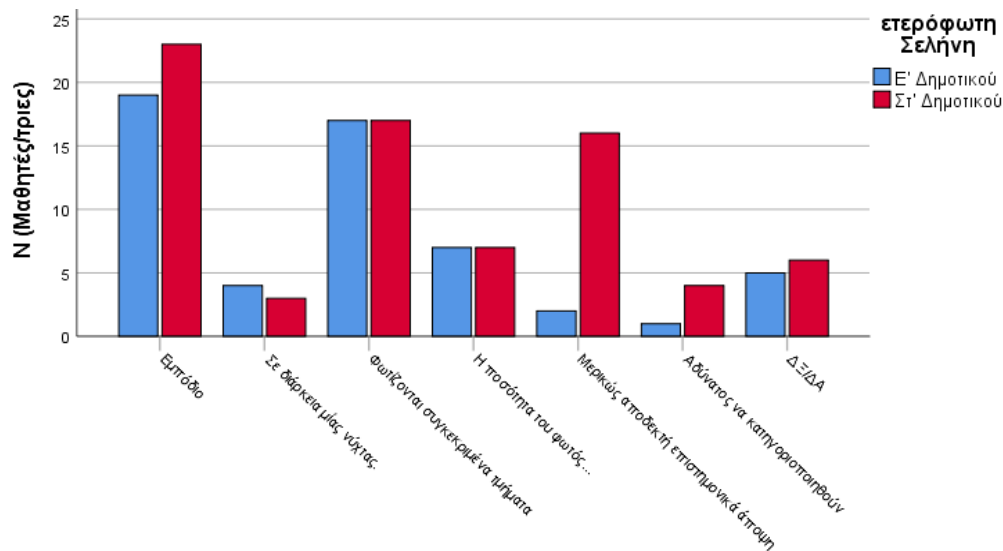
Πίνακας 3-4B: Ερωτήσεις 3 και 4				
Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης.				
Ιδέες (αιτιολογήσεις για το φαινόμενο)	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)
1. Οι φάσεις δημιουργούνται επειδή κάποιο εμπόδιο μπαίνει μπροστά στη Σελήνη.	10 (35,9%)	7 (41,2%)	19 (34,5%)	23 (30,2%)
2. Οι φάσεις της Σελήνης εμφανίζονται στη διάρκεια μίας νύχτας.	6 (21,5%)	-	4 (7,2%)	3 (3,9%)
3. Φωτίζουν μόνο τα τμήματα της Σελήνης που φαίνονται. Η υπόλοιπη είναι σκοτεινή.	2 (7,1%)	5 (29,5%)	-	-
4. Οι φάσεις δημιουργούνται επειδή φωτίζονται συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης.	-	-	17 (31%)	17 (22,3%)
5. Η ποσότητα του φωτός που πάει στη Σελήνη μεταβάλλεται.	-	-	7 (12,7%)	7 (9,3%)
Μερικώς αποδεκτή επιστημονική άποψη*	1 (3,5%)	2 (11,7%)	2 (3,6%)	16 (21.1%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	5 (17,8%)	2 (11,7%)	1 (1,8%)	4 (5,3%)
Δεν ξέρω/δεν απαντώ.	3 (10,7%)	1 (5,9%)	5 (9,2%)	6 (7,9 %)
Αναδόμηση της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.	1 (3,5%)	-	-	-

* Επιστημονική άποψη για τις φάσεις της Σελήνης: α) Η μισή Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, β) Το τμήμα του φωτισμένου μισού που είναι ορατή από τη Γη, καθορίζεται από τις σχετικές κινήσεις του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης γ) Η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη (Πέλλα και Χαλκιά 2016).



Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Σχήμα 19: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις φάσεις της Σελήνης



Ιδέες μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης

Σχήμα 20: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις φάσεις της Σελήνης

Στις ερωτήσεις 3 και 4, οι υποκατηγορίες των απαντήσεων αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Η κυρίαρχη ιδέα και για τις δύο τάξεις, είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είτε ετερόφωτη, είναι ότι οι φάσεις δημιουργούνται επειδή κάποιο εμπόδιο μπαίνει ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη. Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), η ιδέα

αυτή εκφράστηκε από δέκα μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης (35,9%) και επτά μαθητές/τριες της έκτης τάξης (41,2%). Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), εκφράστηκε από δεκαεννέα μαθητές/τριες της Ε' τάξης (34,5%) και είκοσι-τρεις της Στ' τάξης (30,2%). Την ιδέα αυτή των παιδιών έχουν αναδείξει και άλλες διεθνείς έρευνες (Baxter 1989, Sharp 1996, Dunlop 2000, Trumper 2001, Bailey & Slater 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 285-286, Benacchio 2001).

Η ιδέα ότι όλες οι φάσεις εμφανίζονται στη διάρκεια μίας νύκτας καθώς η Σελήνη εκτελεί τη φαινόμενη κίνηση της στον ουρανό, αναφέρθηκε από έξι μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη) ενώ ακόμα από τέσσερις και τρεις μαθητές/τριες των δύο τάξεων αντίστοιχα της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη). Θεωρούν δηλαδή ότι η Σελήνη εμφανίζεται τη νύχτα αρχικά με το σχήμα του αύξοντα μηνίσκου και κατή τη διάρκεια της βραδιάς περνάει από όλα τα σχήματα για να δύσει τελικά ως φθίνων μηνίσκος (Baxter 1989, Sharp 1996, Dunlop 2000, Trumper 2001, Bailey & Slater 2004, ό.α. στο Χαλκιά 2006: 285-286 και ό.α. στο Κούτρα 2009).

Η τρίτη υποκατηγορία εναλλακτικής ιδέας διαμορφώθηκε μόνο από μαθητές/τριες οι οποίοι/ες είχαν δηλώσει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη και συγκεκριμένα από δύο της πέμπτης τάξης και πέντε της έκτης τάξης. Σύμφωνα με την ιδέα αυτή, η Σελήνη εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα καθώς ένα συγκεκριμένο τμήμα της φωτίζει κάθε φορά, ενώ ταυτόχρονα η υπόλοιπη δεν έχει φως.

Οι επόμενες δύο υποκατηγορίες διαμορφώθηκαν μόνο από μαθητές/τριες οι οποίοι/ες είχαν δηλώσει ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Η εναλλακτική ιδέα ότι οι φάσεις είναι αποτέλεσμα του φωτισμού της επιφάνειας της Σελήνης σε συγκεκριμένα τμήματα, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της είναι σκοτεινό, διαμορφώθηκε από δεκαεφτά μαθητές της κάθε τάξης (31% και 22,3% αντίστοιχα). Η ιδέα αυτή έχει επίσης εντοπιστεί από πληθώρα ερευνών οι οποίες αναφέρονται παραπάνω. Όπως έχει σχολιαστεί, η ομοιότητα της παραπάνω εναλλακτικής ιδέας με την πρώτη υποκατηγορία είναι ότι οι μαθητές/τριες συμφωνούν πως συγκεκριμένα τμήματα της Σελήνης δε φωτίζονται. Η διαφορά είναι ότι σε εκείνη, θεωρούν ότι η Σελήνη φωτίζεται διαρκώς ολόκληρη μέχρι κάτι να παρεμβληθεί και να εμποδίσει τμήματά της να φωτίζονται.

Επίσης, επτά μαθητές/τριες από την κάθε τάξη απάντησαν ότι η συνολική ποσότητα του φωτός που φτάνει στη Σελήνη μεταβάλλεται. Όσο περισσότερο φως φτάνει, τόσο

πιο «γεμάτη» φαίνεται και το αντίθετο. Η διαφορά με την πρώτη και τέταρτη υποκατηγορία είναι ότι σε εκείνες, η ποσότητα του φωτός που δέχεται η Σελήνη είναι σταθερή ενώ στην εν λόγω υποκατηγορία (πέμπτη) αυξομειώνεται.

Όσον αφορά τους/τις μαθητές/τριες από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη) που απάντησαν με βάση την επιστημονική άποψη, ο/η ένας/μία είναι μαθητής/τρια της Ε' Δημοτικού και οι άλλοι/ες δύο της Στ' Δημοτικού. Οι μαθητές/τριες αυτοί/ές, ίσως έχουν γνώσεις σχετικά με τις κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, η οποία τους βοηθάει στο να εξηγήσουν τις φάσεις. Από την άλλη, το γεγονός ότι έχουν τις συγκεκριμένες γνώσεις δεν τους οδηγεί στην άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), το 21% των μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού (16 μαθητές/τριες) απάντησε με βάση την επιστημονική άποψη. Αντιθέτως, μόνο δύο μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού (3,6%) απάντησαν κατά αυτόν τον τρόπο.

Στις επόμενες υποκατηγορίες συμπεριλήφθηκαν αφενός απαντήσεις μαθητών/τριών οι οποίες ήταν αδύνατον να αναλυθούν και να ταξινομηθούν και αφετέρου μαθητές/τριες οι οποίοι/ες δεν έδωσαν καμία απάντηση στα δύο ερωτήματα. Όπως γίνεται φανερό, δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά στα ποσοστά των σχετικών υποκατηγοριών, ανάλογα με την τάξη των μαθητών/τριών. Τέλος, ο/η μαθητής/τρια ο οποίος οδηγήθηκε στην αναδόμηση της αρχικής του/της ιδέας ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ανήκε στην Ε' Δημοτικού.

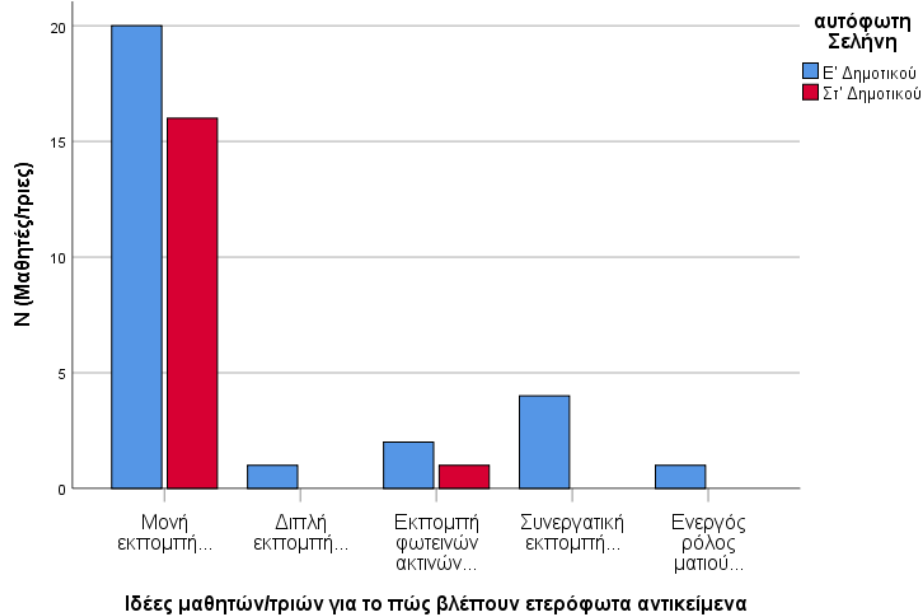
Φαίνεται ότι οι μαθητές της Στ' Δημοτικού, ίσως έχουν σχηματίσει μία ορθότερη αντίληψη για τις φάσεις της Σελήνης από ότι οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, καθώς έδωσαν με μεγαλύτερο ποσοστό απαντήσεις που πλησιάζουν την επιστημονική άποψη. Η διαφορά αυτή ενδεχομένως υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες αυτοί/ές, έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό κατανοήσει κάποιες από τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνης, οι οποίες σχετίζονται με το φαινόμενο των φάσεων της Σελήνης και τις οποίες διδάσκονται στη Γεωγραφία της Στ' Δημοτικού. Οι κινήσεις αυτές είναι α) η περιστροφή της Σελήνης γύρω από τον άξονά της και β) η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της.

Να σχολιαστεί επίσης ότι στην ανάλυση της ερώτησης δεν παρουσιάζονται οι μηχανισμοί οι οποίοι καταγράφονται στη συγκριτική ανάλυση των δύο δειγμάτων (πίνακας 3-4Α). Μετά από μελέτη των ποσοστών με τα οποία αναφέρθηκαν οι δύο

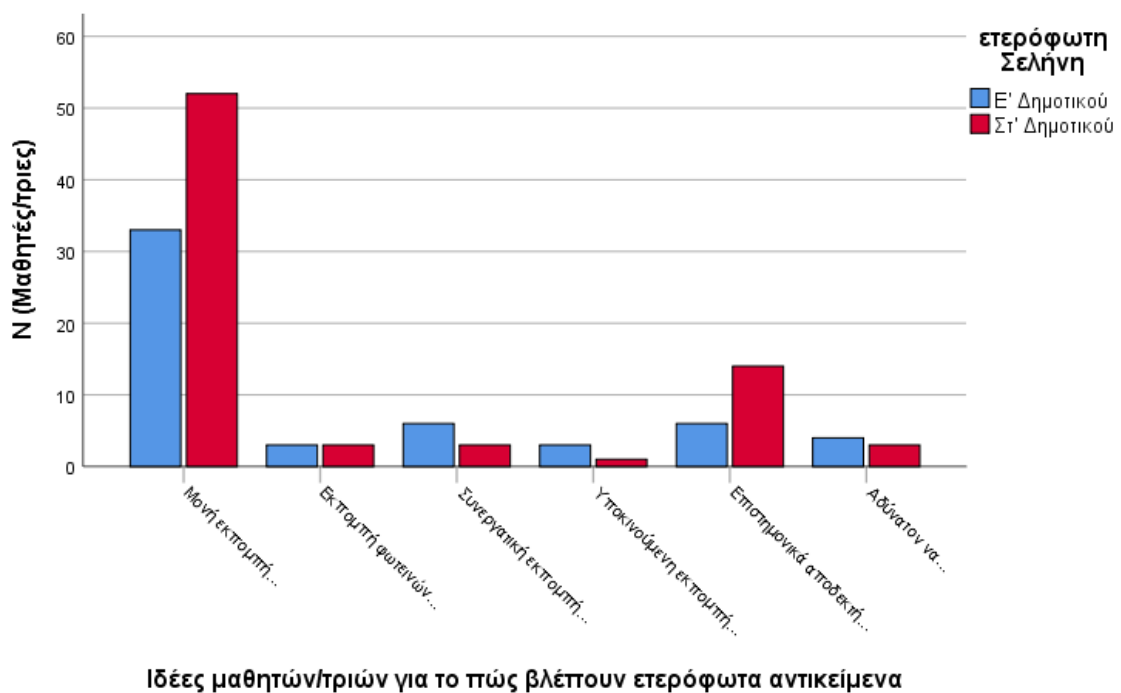
τάξεις στους διάφορους μηχανισμούς, δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά και κρίθηκε ότι δεν ήταν απαραίτητο να σχολιαστούν.

3.7.4 Ερώτηση 5

Πίνακας 5B: Ερώτηση 5				
Ιδέες μαθητών/τριών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα				
Εναλλακτική ιδέα	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)
Μονή εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (λάμπα) προς το αντικείμενο (μπάλα).	20 (71,6%)	16 (94,1%)	33 (60%)	52 (68,5%)
Διπλή εκπομπή φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο (μπάλα) και αντίστροφα.	1 (7,1%)	-	-	-
Εκπομπή φωτεινών ακτινών από την πηγή (λάμπα) προς το μάτι ή/και προς το αντικείμενο (μπάλα).	2 (7,1%)	1 (5,9%)	3 (5,4%)	3 (3,9%)
Συνεργατική εκπομπή φωτεινών ακτινών (από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και από τα μάτια προς το αντικείμενο).	4 (7,1%)	-	6 (11%)	3 (3,9%)
Ενεργός ρόλος ματιού (μάτια – φωτεινή πηγή – αντικείμενο).	1 (7,1%)	-	-	-
Υποκινούμενη εκπομπή (φωτεινή πηγή – μάτια – αντικείμενο).	-	-	3 (5,4%)	1 (1,3%)
Επιστημονικά αποδεκτή άποψη για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (φωτεινή πηγή – αντικείμενο – μάτια).	-	-	6 (11%)	14 (18,5%)
Αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν.	-	-	4 (7,2%)	3 (3,9%)



Σχήμα 21: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα



Σχήμα 22: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα

Στην ερώτηση 5, οι υποκατηγορίες των απαντήσεων αναλύονται παράλληλα και για τους/τις μαθητές/τριες που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα και για εκείνους/ες που τη θεωρούν ως ετερόφωτο σώμα. Θεωρούμε ότι η συγκριτική παρουσίαση των απαντήσεων τους, είναι ο αποδοτικότερος τρόπος για τον εντοπισμό των ποιοτικών διαφορών τους.

Η ιδέα ότι η φωτεινή πηγή αρκεί να φωτίσει ένα αντικείμενο ώστε να γίνει ορατό, αποτελεί την κυρίαρχη ιδέα τόσο των μαθητών/τριών που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη όσο και εκείνων που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Το ίδιο αναφέρουν και πολλές άλλες έρευνες (Guesne 1985, Anderson & Karrqvist 1983, Ramadas & Driver 1989, Osborne et al. 1993, Selley 1996, Ραβάνης 2000, ό. α. στο Χαλκιά 2012: 412-415). Για λόγους συντομίας, παρακάτω θα αναφέρονται οι σελίδες του βιβλίου οι οποίες παραπέμπουν στο εκάστοτε μοντέλο.

Συγκεκριμένα, από τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη), εκείνοι/ες της Ε' Δημοτικού παρουσίασαν τη ιδέα της μονής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή (λάμπα) προς το αντικείμενο (μπάλα) χωρίς να γίνεται επανεκπομπή ακτινών προς το μάτι του παρατηρητή, με ποσοστό 71,6%. Για τους/τις μαθητές/τριες της Στ' δημοτικού το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 94,1%. Η εναλλακτική αυτή ιδέα, εμφανίστηκε με ποσοστό 60% (33 μαθητές/τριες) από τους/τις μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη) και με 68,5% (52 μαθητές/τριες) από τους/τις μαθητές/τριες της έκτης τάξης αντίστοιχα.

Άλλες κοινές εναλλακτικές ιδέες ήταν α) το μοντέλο της διπλής εκπομπής φωτεινών ακτινών από τη φωτεινή πηγή προς το αντικείμενο και/ή προς το μάτι, δηλαδή ότι το φως ξεκινάει από τη λάμπα και πρέπει να πέσει και πάνω στη μπάλα αλλά και στο μάτι του παρατηρητή (ό.α. στο Χαλκιά 2012: 416) και β) το μοντέλο της συνεργατικής εκπομπής φωτεινών ακτινών (ό.α στο Χαλκιά 2012: 417). Τα μοντέλα αυτά εμφανίστηκαν με παρόμοια ποσοστά για τις δύο τάξεις, τόσο στην κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη) όσο και στην κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη).

Οι υπόλοιπες εναλλακτικές ιδέες αναφέρθηκαν είτε μόνο από μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είτε μόνο από μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Από τους/τις πρώτους/ες, ένας μαθητής/τρια της πέμπτης τάξης ανέφερε ότι οι φωτεινές ακτίνες πρέπει να ξεκινήσουν από τη λάμπα, να φτάσουν μέχρι τη μπάλα και μετά να γυρίσουν πίσω στην πηγή φωτός. Ένας/μία ακόμα, ανέφερε τον ενεργό ρόλο του ματιού. Από τους/τις δεύτερους/ες, η ιδέα της υποκινούμενης εκπομπής αναφέρθηκε από τρεις και έναν/μία μαθητή/τρια αντίστοιχα.

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, οι απαντήσεις οι οποίες θεωρήθηκαν επιστημονικά αποδεκτές εντοπίστηκαν μόνο σε μαθητές/τριες της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη), με ποσοστό 11% για την Ε' τάξη και 18,5% για τη Στ' τάξη. Από την ίδια κατηγορία, οι απαντήσεις κάποιων μαθητών/τριών ήταν αόριστες και δεν ήταν εφικτό να αναλυθούν.

Παρατηρείται ότι στην ερώτηση 5, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με την τάξη τους. Μάλιστα, σε αντίθεση με τις απαντήσεις τους στην ερώτηση 2, οι επιστημονικά αποδεκτές απόψεις εμφανίστηκαν με παρόμοιο ποσοστό και για τις δύο τάξεις. Το γεγονός αυτό, υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης, ενώ σε ένα βαθμό αντιλαμβάνονται το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη, δυσκολεύονται να εξηγήσουν το πώς ετερόφωτα αντικείμενα από την καθημερινότητά τους γίνονται ορατά π.χ. μπάλα. Η διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών/τριών της Στ', ενδεχομένως οφείλεται σε μη επαρκή διδασκαλία των εννοιών της οπτικής οι οποίες σχετίζονται με το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα.

Για τους μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, γίνεται φανερό ότι όλοι/ες παρουσίασαν εναλλακτικές ιδέες σχετικά με το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα, παρόλο που εκείνοι/ες της Στ' έχουν διδαχθεί τις εξής έννοιες, στα «Φυσικά» της Ε' Δημοτικού: α) Διάδοση του φωτός, β) Διαφανή – ημιδιαφανή – αδιαφανή σώματα, γ) Σκιές και εκλείψεις, δ) Ανάκλαση, διάχυση και απορρόφηση του φωτός, ε) Ετερόφωτα και αυτόφωτα σώματα. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται επίσης σε ανεπαρκή διδασκαλία των παραπάνω εννοιών. Να σημειωθεί επίσης ότι, οι μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης, λόγω της εποχής κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η έρευνα (και για το δείγμα STEM και για το δείγμα γενικού πληθυσμού), δεν είχαν διδαχθεί τις συγκεκριμένες έννοιες.

Η διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών/τριών αυτών εντοπίζεται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών τους ιδεών. Οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού αναφέρονται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στη μονή εκπομπή ακτινών από τη φωτεινή πηγή (λάμπα) προς το αντικείμενο (μπάλα), ενώ οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού παρουσίασαν πολλές κατηγορίες εναλλακτικών μοντέλων.

3.7.5 Ερωτήσεις 6 και 7

3.7.5.1 Ερώτηση 6

Στην προτελευταία ερώτηση όλοι/ες οι μαθητές/τριες της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη) απάντησαν ότι θα συνέχιζαν να βλέπουν τη Σελήνη καθώς πιστεύουν ότι είναι αυτόφωτη και θα συνεχίσει να εκπέμπει το δικό της φως. Επίσης, όλοι/ες οι μαθητές/τριες της κατηγορίας Β (ετερόφωτη Σελήνη) απάντησαν ότι θα ήταν αδύνατον να συνεχίσουν να τη βλέπουν καθώς μετά την εξαφάνιση του Ηλίου, δε θα υπήρχε κάποια φωτεινή πηγή ώστε να τη φωτίσει. Μικρή εξαίρεση αποτελούν κάποιοι/ες μαθητές/τριες και από τις δύο κατηγορίες, οι οποίοι/ες δεν κατανόησαν το περιεχόμενο της ερώτησης. Επομένως, κρίθηκε ότι δεν είναι απαραίτητο να υπάρξει σχετικός πίνακας.

3.7.5.2 Ερώτηση 7

Στην ερώτηση 7 οι μαθητές/τριες ανέφεραν: α) Είτε μόνο ομοιότητες ή μόνο διαφορές, β) Είτε και ομοιότητες και διαφορές γ) Παραπάνω από μία ομοιότητα ή διαφορά. Επομένως, τα ποσοστά διαμορφώθηκαν με βάση αυτά τα δεδομένα και δεν διαιρούνται δια του συνόλου. Για το λόγο αυτό, τα ραβδογράμματα που παρουσιάζονται παρακάτω σχεδιάστηκαν μέσω του προγράμματος Microsoft Office Excell 2007.

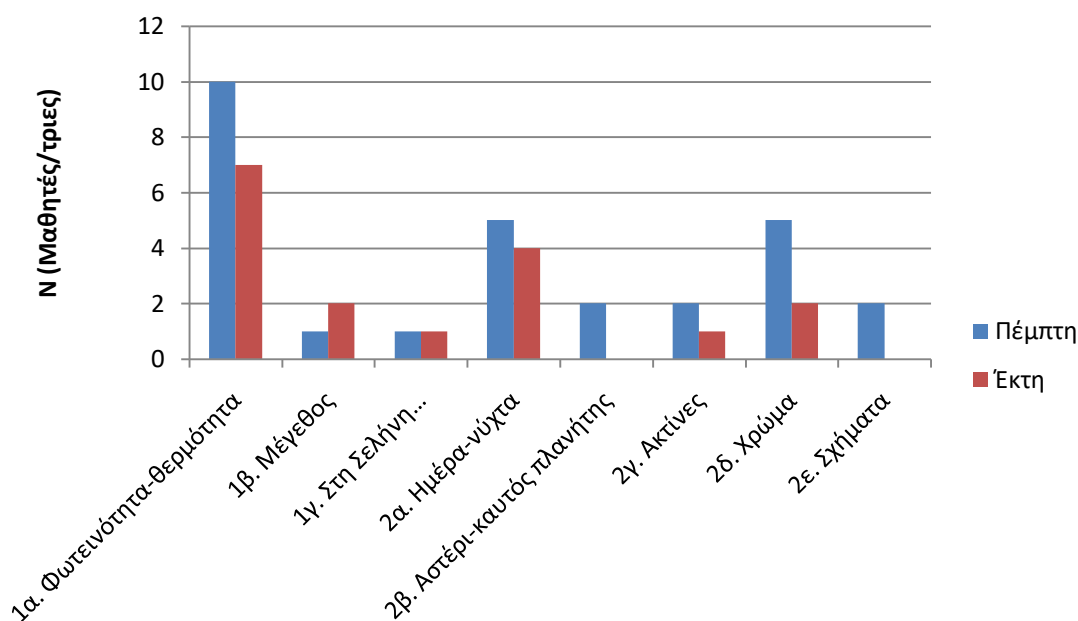
Πίνακας 6B: ερώτηση 7				
Ιδέες μαθητών/τριών για τις ομοιότητες και διαφορές Ηλίου Σελήνης				
Ιδέες για τις διαφορές Σελήνης - Ηλίου	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη	
	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)
1. Αξιοποίηση επιστημονικών γνώσεων				
1α. Ο Ήλιος είναι πιο φωτεινός – θερμός από τη Σελήνη.	10 (35,7%)	7 (41,1%)	14 (25,4%)	9 (11,8%)
1β. Ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη.	1 (3,5%)	2 (11,7%)	8 (14,5%)	18 (23,6%)
1γ. Στη Σελήνη επιβιώνεις, στον Ήλιο όχι.	1 (3,5%)	1 (5,9%)	-	-
1δ. Ο Ήλιος έχει δικό του φως, η Σελήνη όχι.	-	-	32 (58,1%)	50 (65,7%)

1ε. Ο Ήλιος είναι άστρο, η Σελήνη είναι δορυφόρος/πλανήτης.	-	-	5 (9%)	17 (22,3%)
1στ. Η Σελήνη είναι πετρώδης / ο Ήλιος αποτελείται από φωτιά.	-	-	7 (12,7%)	2 (2,6%)
2. Εναλλακτικές ιδέες				
2α. Ο Ήλιος εμφανίζεται την ημέρα και η Σελήνη τη νύχτα.	5 (17,8%)	4 (23,5%)	3 (5,4%)	6 (7,8%)
2β. Ο Ήλιος είναι αστέρι και η Σελήνη είναι ένας καυτός πλανήτης.	2 (7,1%)	-	-	-
2γ. Ο Ήλιος έχει ακτίνες και η Σελήνη δεν έχει .	2 (7,1%)	1 (5,9%)	5 (9%)	2 (2,6%)
2δ. Ο Ήλιος έχει κίτρινο/λαμπερό χρώμα, η Σελήνη έχει γκρι χρώμα.	5 (17,8%)	2 (11,7%)	7 (12,5%)	3 (3,9%)
2ε. Η Σελήνη αλλάζει σχήματα, ο Ήλιος όχι.	2 (7,1%)	-	-	-
3. Υπόλοιπες διαφορές				
Κινήσεις (χωρίς να προσδιορίζουν τις κινήσεις Ηλίου - Σελήνης).	-	-	2 (3,6%)	5 (6,5%)
Ιδέες για τις Ομοιότητες Σελήνης - Ηλίου	Αυτόφωτη Σελήνη		Ετερόφωτη Σελήνη	
	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)	N (%) (Ε' Δημοτικού)	N (%) (Στ' Δημοτικού)
Ο Ήλιος και η Σελήνη φωτίζουν.	10 (35,7%)	10 (58,9%)	-	-
Και ο Ήλιος και η Σελήνη έχουν κυκλικό σχήμα.	4 (14,2%)	3 (17,6%)	15 (27,2%)	13 (17,1%)
Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι πλανήτες.	-	1 (5,9%)	8 (14,5%)	4 (5,2%)
Ο Ήλιος και η Σελήνη είναι αστέρια.	1 (3,5%)	-	-	-
Ανήκουν στο ίδιο Ηλιακό σύστημα/γαλαξίας.	-	-	3 (5,4%)	4 (5,2%)

Η ανάλυση της ερώτησης 7 πραγματοποιήθηκε με τον ίδιο τρόπο όπως στη συγκριτική ανάλυση των δύο δειγμάτων. Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις διαφορές και τις ομοιότητες Ηλίου και Σελήνης, ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες.

Διαφορές

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα



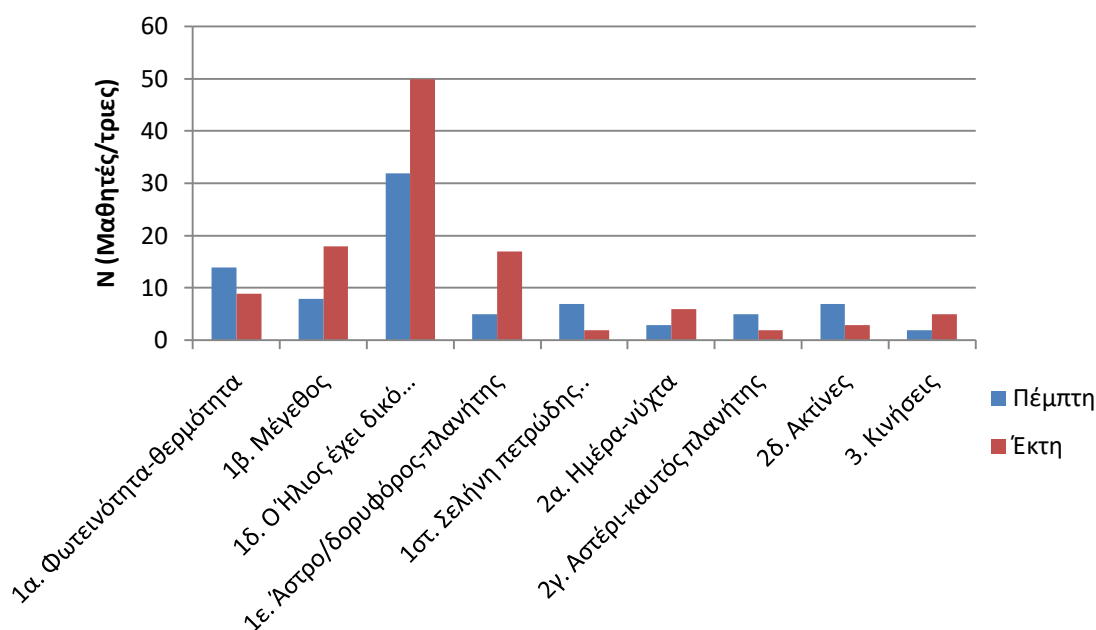
Αυτόφωτη Σελήνη: Ιδέες μαθητών/τριών για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Σχήμα 23: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες απαντήσεων για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Η πρώτη κατηγορία διαμορφώθηκε από απαντήσεις μαθητών/τριών οι οποίες αξιοποιούν επιστημονικές γνώσεις. Οι μαθητές/τριες που υποστήριζαν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, αναφέρθηκαν κατά κύριο λόγο στη διαφορά φωτεινότητας και θερμοκρασίας των δύο ουράνιων σωμάτων, με ποσοστό 35,7% για εκείνους/ες της Ε' και 41,1% για εκείνους/ες της Στ' Δημοτικού (υποκατηγορία 1α). Η διαφορά αυτή αναφέρθηκε και από μαθητές/τριες που υποστήριζαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη.

Από την κατηγορία Α (αυτόφωτη Σελήνη), αναφέρθηκαν με πολύ μικρά ποσοστά διαφορές όπως ότι ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη (υποκατηγορία 1β) και ότι ο Ήλιος είναι ένα περιβάλλον στο οποίο δεν επιβιώνει ο άνθρωπος (υποκατηγορία 1γ).

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα



Ετερόφωτη Σελήνη: Ιδέες μαθητών/τριών για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Σχήμα 24: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες απαντήσεων για τις διαφορές Ηλίου - Σελήνης

Η απάντηση με το μεγαλύτερο ποσοστό για τους/τις μαθητές/τριες που υποστήριξαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ήταν ότι ο Ήλιος έχει δικό του φως ενώ η Σελήνη δεν έχει (υποκατηγορία 1δ). Συγκεκριμένα, αναφέρθηκε από το 58,1% της πέμπτης τάξης και το 65,7% της έκτης τάξης, επιβεβαιώνοντας έτσι προηγούμενες απαντήσεις τους.

Επιπλέον, το 14,5% και το 23,6% από την κάθε τάξη αντίστοιχα, ανέφερε ότι ο Ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη Σελήνη (υποκατηγορία 1β). Φαίνεται εκ νέου ότι, οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό τη διαφορά μεγέθους μεταξύ των δύο σωμάτων, από εκείνους/ες που πιστεύουν ότι είναι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Οι μαθητές/τριες ανέφεραν επίσης ότι ο Ήλιος είναι άστρο και η Σελήνη δορυφόρος (υποκατηγορία 1ε) και ότι ο Ήλιος αποτελείται από φωτιά σε αντίθεση με τη Σελήνη, η οποία αποτελείται από πετρώματα (υποκατηγορία 1στ). Φαίνεται ότι αντιλαμβάνονται, έστω σε μικρό ποσοστό, σε ποια κατηγορία ουρανίου σώματος ανήκει ο Ήλιος και η Σελήνη, γεγονός που ίσως επηρεάζει την άποψή τους υπέρ της ετερόφωτης Σελήνης.

Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως αυτόφωτο σώμα

Η επόμενη κατηγορία διαφορών, διαμορφώθηκε από εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών. Με ποσοστά 17,8% από την πέμπτη τάξη και 23,5% από την έκτη τάξη, οι μαθητές/τριες δήλωσαν ότι η Σελήνη εμφανίζεται μόνο τη νύχτα και ο Ήλιος μόνο τη μέρα, άποψη η οποία αποτελεί βασική εναλλακτική ιδέα των παιδιών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Επίσης, δύο μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης χαρακτήρισαν τον Ήλιο ως αστέρι και τη Σελήνη ως καυτό πλανήτη. Στην πρώτη ερώτηση, είχε καταγραφεί ως προβαλλόμενη ιδέα τους ότι η Σελήνη φωτοβολεί επειδή είναι άστρο.

Άλλες διαφορές οι οποίες αναφέρθηκαν με χαμηλά ποσοστά ήταν ότι η Σελήνη δεν έχει ακτίνες όπως ο Ήλιος, παρόλο που φωτίζει όπως εκείνος (υποκατηγορία 2γ), ότι τα δύο ουράνια σώματα έχουν διαφορετικό χρώμα, ο Ήλιος κίτρινο και η Σελήνη γκρι (υποκατηγορία 2δ) (Comins 2001 ό.α. στο Χαλκιά 2006: 155) και ότι ο Ήλιος φαίνεται πάντα με το ίδιο σχήμα ενώ η Σελήνη αλλάζει σχήματα καθώς περνάνε οι μέρες (υποκατηγορία 2ε).

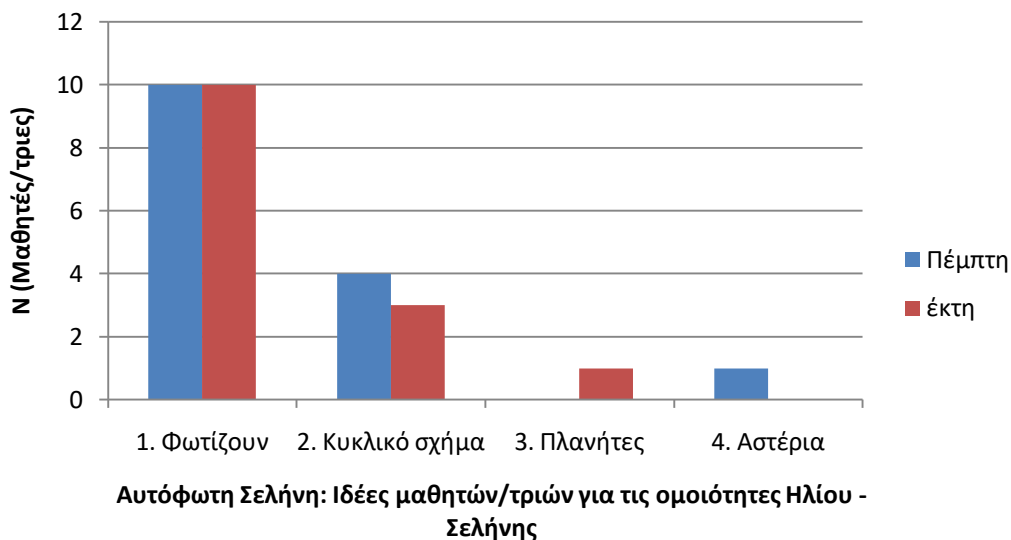
Ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών που θεωρούν τη Σελήνη ως ετερόφωτο σώμα

Οι μαθητές/τριες που δήλωσαν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, αναφέρθηκαν σε τρεις εναλλακτικές ιδέες. Η πρώτη ήταν ότι ο Ήλιος εμφανίζεται μόνο τη μέρα και η Σελήνη μόνο τη νύχτα (υποκατηγορία 2α), η οποία αναφέρθηκε και από μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Ωστόσο, η ιδέα αυτή δεν τους εμποδίζει να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Όπως έχει σχολιαστεί στη συγκριτική ανάλυση των δύο δειγμάτων, οι μαθητές/τριες οι οποίοι/ες παρουσιάζουν την πρώτη εναλλακτική ιδέα, εξακολουθούν να αντιλαμβάνονται ότι ο Ήλιος φωτίζει τη Σελήνη μέσω διάφορων μηχανισμών, για τους οποίους επίσης έχει γίνει λόγος.

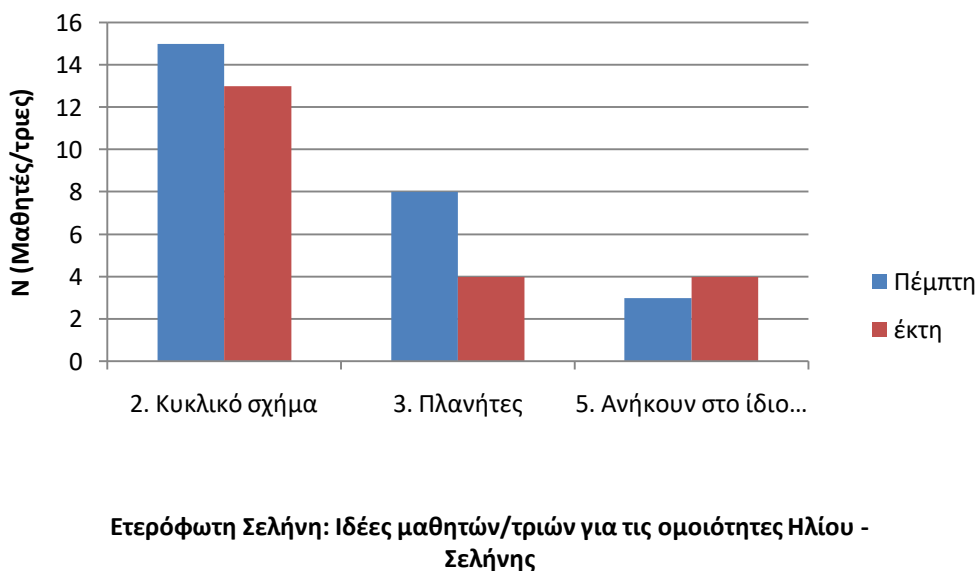
Η δεύτερη εναλλακτική ιδέα που ανέφεραν, ήταν ότι ο Ήλιος έχει ακτίνες επειδή είναι φωτεινό σώμα (και η Σελήνη όχι) (υποκατηγορία 2γ), ενώ η τρίτη ότι το χρώμα της Σελήνης είναι γκρι ενώ του Ηλίου κίτρινο/λαμπερό (υποκατηγορία 2δ) (Comins 2001 ό.α. στο Χαλκιά 2006: 155). Τα ποσοστά με τα οποία εντοπίστηκαν αυτές οι ιδέες είναι χαμηλά γι αυτό δεν αναφέρονται. Σχολίασαν επιπλέον ως διαφορά μεταξύ Ηλίου και Σελήνης τις σχετικές τους κινήσεις. Αντιλαμβάνονται δηλαδή ότι τα δύο

ουράνια σώματα εκτελούν χαρακτηριστικές κινήσεις, τις οποίες όμως δεν ανέφεραν με σαφήνεια.

Ομοιότητες



Σχήμα 25: Αυτόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις ομοιότητες Ηλίου - Σελήνης



Σχήμα 26: Ετερόφωτη Σελήνη – Κατηγορίες εναλλακτικών ιδεών για τις ομοιότητες Ηλίου - Σελήνης

Όσον αφορά τις ομοιότητες δεν ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες καθώς και οι τέσσερις που αναφέρθηκαν αποτελούν εναλλακτικές ιδέες με εξαίρεση την τελευταία υποκατηγορία. Από τους/τις μαθητές/τριες της κατηγορίας Α (αυτόφωτη Σελήνη),

αναφέρθηκε ότι και ο Ήλιος και η Σελήνη φωτίζουν, με ποσοστό 35,7% και 58,9% αντίστοιχα. Η ομοιότητα ως προς το σχήμα καταγράφηκε από τέσσερις μαθητές/τριες της πέμπτης και τρεις μαθητές/τριες της έκτης τάξης. Χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι τα δύο σώματα έχουν κυκλικό σχήμα και όχι σφαιρικό, ιδέα η οποία φαίνεται να είναι κοινή είτε πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη είτε ετερόφωτη. Η ιδέα ότι και ο Ήλιος και η Σελήνη είναι πλανήτες ή ότι είναι αστέρια εντοπίστηκε επίσης και στις δύο κατηγορίες.

Τέλος, με μικρό ποσοστό, κάποιοι/ες μαθητές/τριες από την κατηγορία Β (ετερόφωτη Σελήνη), απάντησαν ότι αποτελεί ομοιότητα πως ο Ήλιος και η Σελήνη ανήκουν στον ίδιο Ηλιακό Σύστημα ή Γαλαξία. Η απάντηση αυτή περιλαμβάνει επιστημονικά αποδεκτές γνώσεις.

Οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη επιβεβαιώνουν την άποψή τους. Παρατηρείται ότι η βασική εναλλακτική ιδέα τους, ότι ο Ήλιος ταυτίζεται με τη μέρα και η Σελήνη με τη νύχτα καθώς τα δύο σώματα βρίσκονται σε εκ διαμέτρου αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, καταγράφεται ξανά. Παρατηρείται επίσης ότι στο μεγαλύτερο τους ποσοστό, δεν αντιλαμβάνονται τη διαφορά μεγέθους του Ηλίου, της Γης και της Σελήνης.

Μετά της εξέταση όλων των διαφορών και ομοιοτήτων μεταξύ Ηλίου και Σελήνης, οι οποίες αναφέρθηκαν από τους/τις μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, φαίνεται ότι εκείνοι/ες της Στ' αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο ποσοστό ότι η Σελήνη είναι ένας δορυφόρος και ότι ο Ήλιος είναι ένα αστέρι. Το ποσοστό των μαθητών/τριών της έκτης τάξης το οποίο ανέφερε τη συγκεκριμένη διαφορά ήταν αισθητά μεγαλύτερο.

Παράλληλα, οι μαθητές/τριες της έκτης οι οποίοι/ες χαρακτήρισαν τα δύο ουράνια σώματα ως πλανήτες, ήταν λιγότεροι από τους αντίστοιχους της πέμπτης. Οι διαφορές αυτές ίσως προκύπτουν από το γεγονός ότι οι μαθητές/τριες της Στ' τάξης έχουν διδαχθεί τις έννοιες «αστέρι», «πλανήτης», «δορυφόρος», «αυτόφωτο σώμα» και «ετερόφωτο σώμα», από τα Φυσικά της Ε' Δημοτικού. Επιπλέον, έχουν διδαχθεί το κεφάλαιο «η Γη στο διάστημα» από τη Γεωγραφία της Στ' Δημοτικού.

3.7.6 Συμπεράσματα

Πριν την παράθεση των συμπερασμάτων είναι σημαντικό να υπενθυμίσουμε το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα (βλ. κεφ. 3.1):

«Οι ιδέες των μαθητών/τριών της Ε' Δημοτικού για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις ανάλογες ιδέες των μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού;»

Μετά τη στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών των δύο τάξεων μέσω του ελέγχου χ^2 (Chi – square), φάνηκε ότι οι ιδέες των μαθητών/τριών της Ε' Δημοτικού για την αυτόφωτη ή ετερόφωτη Σελήνη έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις ανάλογες ιδέες των μαθητών της Στ' Δημοτικού (πίνακας 6). Η διαφορά αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί στο ότι μόνο οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού έχουν διδαχθεί τις έννοιες αστρονομίας οι οποίες, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, συμπεριλαμβάνονται στα «Φυσικά» της Ε' Δημοτικού και στη «Γεωγραφία» της Στ' Δημοτικού (βλ. κεφ. 2.1). Πρέπει να διευκρινιστεί ότι την εποχή που μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια, τόσο στο δείγμα STEM όσο και στο δείγμα του γενικού πληθυσμού, οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού δεν είχαν ακόμη διδαχθεί την παραπάνω ύλη.

Σε επόμενο στάδιο, μέσα από τη συγκριτική μελέτη των απαντήσεων τους, διαμορφώνονται δύο βασικά συμπεράσματα για τη διαφορά των μαθητών/τριών των δύο τάξεων, όσον αφορά τους την άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη:

1) Το ποσοστό των μαθητών/τριών που θεωρεί ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, έχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάλογα με το εάν φοιτούν στην Ε' ή τη Στ' Δημοτικού.

Με άλλα λόγια, οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού παρουσιάζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τους/τις μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού, την επιστημονική άποψη, δηλαδή ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Η διαφορά αυτή εντοπίστηκε ότι είναι στατιστικά σημαντική μέσω του ελέγχου χ^2 .

Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν διδαχθεί, έστω σε επίπεδο δηλωτικής γνώσης, κάποιες από τις βασικές έννοιες αστρονομίας και οπτικής οι οποίες συνδέονται με το θέμα της έρευνας, από τα αντίστοιχα κεφάλια στα «Φυσικά»

της Ε' Δημοτικού και στη «Γεωγραφία» της Στ' Δημοτικού. Συγκεκριμένα, έχουν διδαχθεί α) την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, β) την περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, γ) τις έννοιες «αστέρι», «πλανήτης», «δορυφόρος», «αυτόφωτο σώμα» και «ετερόφωτο σώμα», δ) την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός, ε) το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα και στ) την ανάκλαση των φωτεινών ακτίνων.

2) Οι μαθητές/τριες ακολουθούν διαφορετική συλλογιστική για να υποστηρίξουν την άποψή τους η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, ανάλογα με τον εάν βρίσκονται στην Ε' ή στη Στ' Δημοτικού.

Αρχικά να τονιστεί εκ νέου ότι οι μαθητές/τριες και των δύο τάξεων που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, ως επί το πλείστον θεωρούν ότι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Σελήνη και ο Ήλιος βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη (κυρίαρχη ιδέα). Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, η απουσία σχετικής διδασκαλίας από το αναλυτικό πρόγραμμα για την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη αλλά και για τα σχετικά μεγέθη του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, πιθανόν οδηγεί τους/τις μαθητές/τριες να αναπτύξουν την παραπάνω εναλλακτική ιδέα ανεξάρτητα από την τάξη τους. Ταυτόχρονα, υποδεικνύεται ότι η διδασκαλία των εννοιών που αναφέρονται στο προηγούμενο συμπέρασμα, ενδεχομένως να είναι ανεπαρκής σε επίπεδο μεθοδολογίας, με αποτέλεσμα οι μαθητές/τριες που τις έχουν διδαχτεί (Στ' Δημοτικού), να μην τις έχουν κατακτήσει.

Από την άλλη, όπως φάνηκε στην ανάλυση των ερωτήσεων 1 και 1Α, το ποσοστό της παραπάνω κυρίαρχης εναλλακτικής ιδέας (πίνακας 1.1B - υποκατηγορία 1), έχει ουσιαστική διαφορά ανάλογα με την τάξη των μαθητών/τριών. Οι μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού προβάλλουν σε μεγάλο ποσοστό την άποψη ότι η Σελήνη είναι αστέρι χωρίς να την αιτιολογούν περαιτέρω (πίνακας 1.1B - υποκατηγορία 8) ενώ οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού σε μεγάλο ποσοστό αιτιολογούν την άποψή τους θεωρώντας ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις.

Με άλλα λόγια, οι μαθητές/τριες των δύο τάξεων φαίνεται να οδηγούνται για διαφορετικούς λόγους προς την άποψη ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη. Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης φαίνεται ότι είναι πιθανότερο να οδηγούνται προς αυτήν τη συλλογιστική, επειδή δεν έχουν λάβει καμία από τις απαραίτητες γνώσεις

που χρειάζονται από την τυπική εκπαίδευση ώστε να αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται. Αντιθέτως, οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης φαίνεται ότι είναι πιθανότερο να οδηγούνται εκεί, όχι μόνο επειδή δεν έχουν λάβει τις περισσότερες από τις απαραίτητες σχετικές γνώσεις αλλά και λόγω της ελλιπούς κατανόησης των εννοιών που έχουν διδαχθεί από την τυπική εκπαίδευση, οι οποίες σχετίζονται με το εν λόγω θέμα (σχετικές κινήσεις της Γης, ανάκλαση ακτίνων κλπ.)

Η διαφορετική συλλογιστική παρατηρείται και στις αιτιολογήσεις των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Οι μαθητές/τριες της πέμπτης τάξης παρουσιάζουν με μεγαλύτερη συχνότητα την εναλλακτική ιδέα ότι ο Ήλιος εμφανίζεται μόνο τη μέρα και η Σελήνη μόνο τη νύχτα χωρίς να λαμβάνουν κάποια από τις σχετικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη. Οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης αναφέρουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο χωρίς να παρουσιάζουν την εν λόγω εναλλακτική ιδέα. Η μείωση από τη μία τάξη στην άλλη, του ποσοστού με το οποίο εκείνη αναφέρεται, ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης έχουν, έστω σε επίπεδο δηλωτικής γνώσης, διδαχτεί ότι: α) η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και β) η Γη περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο.

Αντιθέτως, τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απαντήσεων των μαθητών/τριών της έκτης τάξης οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ίσως οφείλονται στο ότι δεν διδάσκονται την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Παράλληλα, ο τρόπος που ενδεχομένως διδάσκονται τις προαναφερθείσες κινήσεις σε επίπεδο διδακτικής μεθοδολογίας, ίσως δεν τους/τις επιτρέπει να τις οικοδομήσουν στέρεα.

Η ανάλυση των μηχανισμών τόσο για τους μαθητές/τριες οι οποίοι/ες πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη όσο και για εκείνους/ες που πιστεύουν ότι είναι ετερόφωτη, επιβεβαίωσε τις παραπάνω ενδείξεις. Οι μαθητές/τριες οι οποίοι φάνηκε να παρομοιάζουν τη Σελήνη με τον Ήλιο, αναφέροντας ότι παράγει το φως της από τον πυρήνα της ή από το έδαφός της, ήταν ως επί το πλείστον μαθητές/τριες της Ε' Δημοτικού. Ταυτόχρονα, στην ανάλυση των μηχανισμών που δίνουν οι μαθητές/τριες για να υποστηρίξουν την άποψή τους ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, εντοπίστηκε ότι το ποσοστό των μαθητών/τριών της έκτης τάξης, το οποίο χαρακτηρίζει τον Ήλιο ως

αυτόφωτο σώμα και τη Σελήνη ως ετερόφωτο, είναι πολύ μεγαλύτερο συγκριτικά με το ανάλογο των μαθητών/τριών της πέμπτης τάξης (πίνακας 1.2B - υποκατηγορία 6).

Οι διαφορές αυτές πιθανόν οφείλονται στο ότι μόνο οι μαθητές της Στ' τάξης έχουν διδαχθεί τις έννοιες «αστέρι», «πλανήτης», «δορυφόρος», «αυτόφωτο σώμα» και «ετερόφωτο σώμα». Από την άλλη το γεγονός ότι στην ανάλυση καταγράφονται μαθητές/τριες της έκτης οι οποίοι/ες χαρακτηρίζουν και τη Σελήνη και τον Ήλιο ως αστέρια ή ως πλανήτες, υποδεικνύει ότι η διδασκαλία των εννοιών αυτών ίσως δεν ήταν επαρκής.

Προς τεκμηρίωση των παραπάνω, έχει εντοπιστεί ότι οι μαθητές/τριες συχνά εντάσσουν τις κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη (ή κάποιες από αυτές), στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν τα φαινόμενα στα οποία εμπλέκονται (Σταράκης 2014: 202). Ωστόσο, εάν μέσω της διδασκαλίας δεν γίνεται ξεκάθαρο εάν οι κινήσεις αυτές ισχύουν ή είναι επαρκείς για να εξηγήσουν το φαινόμενο, είναι πιθανό οι μαθητές/τριες να αναπτύξουν παρανοήσεις. Ουσιαστικά, αυτός είναι ένας από τους λόγους που η διδασκαλία των εννοιών οι οποίες σχετίζονται με το θέμα της έρευνας, μέσω της τυπικής εκπαίδευσης, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ανεπαρκής.

Το επόμενο συμπέρασμα προκύπτει από την ανάλυση των ερωτήσεων για τις φάσεις της Σελήνης. Αρχικά, στις ερωτήσεις 3 και 4, φαίνεται εκ νέου ότι οι μαθητές/τριες της έκτης τάξης που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, έχουν αναπτύξει μία πληρέστερη αντίληψη για τις σχετικές κινήσεις Ηλίου, Γης και Σελήνης, καθώς είναι πιθανότερο να δώσουν επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση για το φαινόμενο των φάσεων (πίνακας 3-4B – υποκατηγορία 5). Επομένως, δεδομένου ότι η γνώση των σχετικών κινήσεων αποτελεί μία από τις προϋποθέσεις ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, είναι επόμενο οι περισσότεροι/ες μαθητές/τριες της Στ', να οδηγούνται προς την άποψη αυτή.

Από την άλλη, η σημαντικότερη παρατήρηση είναι ότι το ποσοστό των μαθητών/τριών της έκτης (και της πέμπτης) τάξης το οποίο εξηγεί τις φάσεις με βάση το επιστημονικό μοντέλο ή με άλλα λόγια φαίνεται σε ένα βαθμό να αντιλαμβάνεται τις σχετικές κινήσεις Ηλίου, Γης και Σελήνης, είναι μικρό σε σχέση με το σύνολο τους. Το γεγονός αυτό φανερώνει είτε ότι η διδασκαλία των σχετικών κινήσεων, δεν αποτελεί τη μοναδική προϋπόθεση ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες ότι η

Σελήνη είναι ετερόφωτη, είτε ότι ελάχιστοι/ες μαθητές/τριες τις έχουν κατανοήσει, είτε ότι δεν τις έχουν διδαχθεί κατάλληλα.

Διαφορετικά, το συνολικό ποσοστό των μαθητών/τριών το οποίο είναι υπέρ της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, θα έπρεπε να είναι παραπλήσιο με το ποσοστό εκείνων που εξηγούν επιστημονικά τις φάσεις της Σελήνης. Εν κατακλείδι, διαπιστώνεται εκ νέου ότι, η διδασκαλία των σχετικών μεγεθών και αποστάσεων Ηλίου – Γης – Σελήνης είναι εξίσου σημαντική.

Από την ανάλυση των ερωτήσεων που σχετίζονται με έννοιες της οπτικής (ερωτήσεις 2 και 5) προκύπτουν επίσης χρήσιμα συμπεράσματα. Αρχικά, οι μαθητές/τριες της Στ' τάξης (οι οποίοι/ες είναι υπέρ της άποψης ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη), αντιλαμβάνονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τους/τις μαθητές/τριες της Ε' τάξης, τόσο το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιο/α παρατηρητή/τρια στη Γη, όσο και το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα (πίνακας 2B – υποκατηγορία 7, πίνακας 5B – υποκατηγορία 7). Αυτό φαίνεται να οφείλεται στο ότι έχουν διδαχθεί στο μάθημα «Φυσικά» της Ε' και Στ' Δημοτικού: α) Τη διάδοση του φωτός, β) Το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα και γ) Την ανάκλαση, διάχυση και απορρόφηση του φωτός.

Από την άλλη, παρόλο που έχουν διδαχθεί τις παραπάνω έννοιες, εμφανίζουν ποικίλα εναλλακτικά μοντέλα στην προσπάθεια τους να εξηγήσουν το πώς βλέπουν ετερόφωτα αντικείμενα. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η διδασκαλία εννοιών της οπτικής στο πλαίσιο του μαθήματος «Φυσικά» της Ε' Δημοτικού, δεν ήταν επαρκής ώστε να κατανοήσουν πλήρως το πώς η Σελήνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια στη Γη.

Παράλληλα, το ποσοστό των μαθητών της Ε' Δημοτικού το οποίο αντιλαμβάνεται ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη είναι αρκετά υψηλό, παρόλο που μικρό ποσοστό από αυτούς/ές δίνει επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις για το πώς βλέπουμε ετερόφωτα αντικείμενα. Οι παρατηρήσεις αυτές επιβεβαιώνουν ένα από τα συμπεράσματα της συγκριτικής ανάλυσης των δύο δειγμάτων (STEM και γενικού πληθυσμού). Η διδασκαλία εννοιών της οπτικής δεν επηρεάζει σημαντικά την άποψη ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη ή αυτόφωτη, αλλά είναι απαραίτητη για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εκείνη γίνεται ορατή για κάποιον/α παρατηρητή/τρια στη Γη. Στο επόμενο και τελευταίο κεφάλαιο, παρατίθενται συνολικά τα συμπεράσματα της έρευνας και σχολιάζονται νέα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από αυτήν.

Κεφάλαιο 4:

Συμπεράσματα - προτάσεις

4.1 Συμπεράσματα

Βασική επιδίωξη της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών της Ε' και Στ' Δημοτικού, σχετικά με το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Στη συνέχεια, σκοπός ήταν η σύγκριση των ιδεών τους με άξονα αφενός το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM και αφετέρου την τάξη τους. Κοντολογίς, από την έρευνα προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- 1) Περίπου ένας/μία στους/στις τέσσερις μαθητές/τριες του δείγματος υποστηρίζει ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη.
- 2) Η βασική υποκείμενη εναλλακτική ιδέα των μαθητών/τριών που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη, είναι ότι επειδή θεωρούν ότι ο Ήλιος και η Σελήνη βρίσκονται συνεχώς σε διαμετρικά αντίθετες θέσεις σε σχέση με τη Γη, δεν είναι δυνατόν να μπορεί ο Ήλιος να φωτίζει τη Σελήνη.

Ως εκ τούτου, προκειμένου οι μαθητές να αντιληφθούν ότι η Σελήνη φωτίζεται από τον Ήλιο, βασική προϋπόθεση είναι η κατανόηση των σχετικών κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεών τους.

- 3) Προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες το γιατί η Σελήνη είναι ορατή, είτε πιστεύουν πως είναι αυτόφωτη είτε ότι είναι ετερόφωτη, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η κατανόηση των εξής εννοιών της οπτικής:
 - A) Πώς γίνονται ορατά τα ετερόφωτα αντικείμενα, B) Πώς βλέπουμε/λειτουργία ματιού, Γ) Ορισμός των εννοιών: Αυτόφωτα σώματα/ετερόφωτα σώματα και Δ) Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός.
- 4) Οι ιδέες των μαθητών/τριών για τις φάσεις της Σελήνης, δεν επηρεάζουν τις ιδέες τους για το εάν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη. Αντιθέτως, ο τρόπος που εξηγούν τις φάσεις, επηρεάζεται από το εάν πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη.

Όσον αφορά τις απαντήσεις των μαθητών του δείγματος ανάλογα: α) Με το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM και β) Το εάν φοιτούν στην Ε' ή τη Στ' Δημοτικού, προκύπτουν δύο βασικά συμπεράσματα:

- 5) **Η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη δεν επηρεάζεται από το εάν παρακολουθούν μαθήματα STEM.**
- 6) **Η άποψη των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη επηρεάζεται από το εάν φοιτούν στην Ε' ή τη Στ' Δημοτικού.**

Η διαφορά αυτή κυρίως οφείλεται στις παραπάνω γνώσεις των μαθητών/τριών της έκτης τάξης για έννοιες της αστρονομίας και της οπτικής τις οποίες έχουν αποκτήσει μέσω της τυπικής εκπαίδευσης (βλ. κεφ. 2.1)

4.2 Προτάσεις και προεκτάσεις της έρευνας

Με αφορμή την εν λόγω διπλωματική εργασία και την έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της, μπορούν να γίνουν προτάσεις για τη διερεύνηση νέων ζητημάτων. Αρχικά, προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση των απόψεων των μαθητών/τριών για το αν η Σελήνη είναι αυτόφωτη ή ετερόφωτη, καθώς στη διεθνή βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται επαρκή ερευνητικά δεδομένα σχετικά με το θέμα αυτό. Συγκεκριμένα, σε μελλοντική αντίστοιχη έρευνα, προτείνεται είτε η εφαρμογή της σε μεγάλο πληθυσμό με τη χρήση ερωτηματολογίων είτε η εφαρμογή της σε παρόμοιο μέγεθος πληθυσμού με τη χρήση συνεντεύξεων ως ερευνητικό εργαλείο.

Επιπλέον, η διεξαγωγή μελέτης περίπτωσης των παιδιών και των δύο τάξεων που υποστηρίζουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, ίσως να οδηγούσε σε χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά τους λόγους για τους οποίους διαμορφώνουν την άποψη αυτή. Όπως είδαμε, πολλές από τις επιστημονικές γνώσεις οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διαμόρφωση της, δεν αποτελούν μέρος της τυπικής εκπαίδευσης. Επομένως, θα είχε ενδιαφέρον να εντοπιστούν οι πηγές από τις οποίες τα συγκεκριμένα παιδιά τις αντλούν.

Θα είχε μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον να διερευνηθούν και τα μονοπάτια μάθησης των μαθητών/τριών (learning pathways) μέσα από τα οποία μπορούν να αντιληφθούν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη. Θεωρούμε ότι τα ερευνητικά δεδομένα που

αντλήθηκαν από την παρούσα εργασία, δημιουργούν την βάση πάνω στην οποία μπορεί να δομηθεί σχετική διδακτική ακολουθία κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, φαίνεται ότι είναι σημαντικό η διδασκαλία των σχετικών κινήσεων, των σχετικών μεγεθών και αποστάσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, να αποτελεί το πρώτο μέρος της διδακτικής αυτής ακολουθίας. Στη συνέχεια, θεωρούμε ότι είναι απαραίτητο, όλοι/ες οι μαθητές/τριες να διδάσκονται με την παρακάτω σειρά:

α) Ότι η Σελήνη μπορεί να φωτίζεται από τον Ήλιο παρά το γεγονός ότι στη Γη είναι νύχτα, λόγω των σχετικών θέσεων, μεγεθών και κινήσεων των τριών σωμάτων (Γης – Σελήνης – Ηλίου). Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι αφενός ένας/μία στους/στις τέσσερις μαθητές/τριες πιστεύει ότι η Σελήνη δεν φωτίζεται από τον Ήλιο και αφετέρου επειδή, οι μαθητές/τριες που πιστεύουν ότι η Σελήνη είναι ετερόφωτη, είτε δεν είναι σε θέση να εξηγήσουν την άποψή τους αυτή, είτε παρουσιάζουν εξηγήσεις που υποκρύπτουν σχετικές εναλλακτικές ιδέες π.χ. Ο Ήλιος εμφανίζεται μόνο τη μέρα και η Σελήνη μόνο τη νύχτα.

β) Την πορεία που ακολουθεί το φως του Ηλίου για να φτάσει σε έναν/μία παρατηρητή/τρια στη Γη, προκειμένου η Σελήνη να γίνει ορατή. Παράλληλα, πριν από το συγκεκριμένο στάδιο της ακολουθίας, βασική προϋπόθεση είναι να έχουν διδαχτεί ή να διδαχτούν τις βασικές έννοιες της οπτικής οι οποίες σχετίζονται με αυτό και αναφέρονται στο τρίτο κατά σειρά συμπέρασμα (σελ. 145).

Θεωρούμε ότι η εφαρμογή μίας διδακτικής ακολουθίας με τα χαρακτηριστικά αυτά, ίσως δημιουργήσει πρόσφορο έδαφος για το πέρας στη διδασκαλία φαινομένων, τα οποία προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη, όπως οι φάσεις της Σελήνης και οι εκλείψεις.

Τέλος, οφείλουμε να σχολιάσουμε εκ νέου ότι η εκπαιδευτική ρομποτική παρουσιάζει μία ολοένα αυξανόμενη δυναμική στην εκπαιδευτική διαδικασία σήμερα, κυρίως ως κλάδος της άτυπης εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο των μαθημάτων αυτών, οι μαθητές/τριες έρχονται σε συχνή επαφή με τις φυσικές επιστήμες και με έννοιες τις οποίες ίσως έχουν διδαχτεί με διαφορετική μεθοδολογία είτε δεν τις έχουν διδαχτεί καθόλου. Για τους λόγους αυτούς, προτείνεται η διεξαγωγή περισσότερων ερευνών με σκοπό τον εντοπισμό πιθανών ιδιαιτεροτήτων στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών οι οποίοι/ες παρακολουθούν μαθήματα STEM.

Βιβλιογραφία

- Anderson, C.W., Smith, E.L. (1983). Children's conception of light and colour: Developing the concept of unseen rays. Paper presented to the Annual Meeting of the Research Association, Montreal, Canada.
- Andersson, B. & Karrqvist, C. (1983). How swedish pupils, aged 12–15 years, understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387–402.
- Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A Review of Astronomy Education Research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20–45.
- Barnett, M., & Morran, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24(8), 859–879.
- Baxter, J. (1989) Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Beck-Winchatz, B., & Barge, J. (2003). A New Graduate Space Science Course for Urban Elementary and Middle School Teachers at DePaul University in Chicago. *Astronomy Education Review*, 2(1), 120–128.
- Benacchio, L. (2001) The importance of the moon in teaching astronomy at the primary school, In: Barbieri C., Rampazzi F. (eds) *Earth-Moon Relationships*. Dordrecht: Springer.
- Bennett, J. O., Donahue, M., Schneider, N., Voit, M. (2012). *The essential cosmic perspective* (6th ed). San Francisco: Addison-Wesley.
- Callison, P.L., & Wright, E.L. (1993). The effect of teaching strategies using models on pre-service elementary teachers' conceptions about relationships. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, G.A.
- Christidou, V. (2006). Greek Students' Science-related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1181–1199.

Cohen, J. (2003) Student *ideas about the moon and its phases and the impact of a real 3D model of the Sun/Earth/Moon system in an introductory astronomy laboratory course* (Master's thesis, University of Maine).

Consolmagno, G., & Davis, D. M. (2000). *Turn Left at Orion. A hundred night sky objects to see in a small telescope-and how to find them*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dove, J. (2002). "Does the man in the moon ever sleep? An analysis of student answers about simple astronomical events: A case study. *International Journal of Science Education*, 24, 823-834.

Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105–122.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, W., (1998). *Οικοδομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών* (Μτφρ. Χατζή, Μ.). Αθήνα: Τυπωθήτω Δαρδάνος.

Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17(2), 194–206.

Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1451–1469). Heidelberg: Springer Netherlands.

Fabian, A. (2010). The impact of astronomy. *Astronomy & Geophysics*, 51(3). Ανακτήθηκε από <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-4004.2010.51325.x> στις 14/4/2020.

Gougenheim, L., McNally, D., & Percy, J. R. (Eds.). (1998). *New trends in astronomy teaching: IAU Colloquium 162, University College London and the Open University, July 8-12 1996*. Cambridge: Cambridge University Press.

Grady, C. A., Farley, N., Zamboni, E., Avery, F., Clark, B., Geiger, N., & Woodgate, B. (2003). Accessible Universe: Making Astronomy Accessible to All in the Regular Elementary Classroom. *Astronomy Education Review*, 2(2), 1–19.

Guesne, E. (1984). Childrens' ideas about light. In E.J. Wenham (Ed.), *New Trends in Physics Teaching*. Paris: UNESCO.

Guesne, E. (1985). Light. In R. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (Eds), *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press.

Haupt, G. W. (1950). First grade concepts of the moon. *Science Education*, 34(4), 224–234.

Hobson, S. M., Trundle, K. C., & Saçkes, M. (2010). Using a Planetarium Software Program to Promote Conceptual Change with Young Children. *Journal of Science Education and Technology*, 19(2), 165–176.

Hyslop-Margison, E. & Strobel, J. (2007). Constructivism and education: Misunderstandings and pedagogical implications. *The Teacher Educator*, 43(1), 72-86.

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

Kallery, M. (2011). Astronomical Concepts and Events Awareness for Young Children. *International Journal of Science Education*, 33, 341-369.

Kavanagh, L, Agan, C. & Sneider, L. (2004). Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 4, 19-52.

Kelfkens & Lelliott (2006). Seeing the crescent moon or full moon? An investigation into student and teachers' understanding of the phases of the moon, Conference Paper, School of Education, University of the Witwatersrand, South Africa.

Küçüközer, H., Korkusuz, M. & Yürümezoğlu, K. (2009). The Effect of 3D Computer Modeling and Observation-Based Instruction on the Conceptual Change Regarding Basic Concepts of Astronomy in Elementary School Students. *Astronomy Education Review*, 8(1).

La Rosa, C., Mayer, M., Patrizi, P., & Vicentini-Missoni, M. (1984). Common sense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. *European Journal of Science Education*, 6(4), 387–397.

Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771–1799.

McCauley, V., Gomes D., Davison K. (2018). Constructivism in the third space: challenging pedagogical perceptions of science outreach and science education. *International Journal of Science Education*, 8(2), 115-134.

Meyer, A. O., Mon, M. & Hibbard. S. T. (2011). The Lunar Phases Project: A Mental Model-Based Observational Project for Undergraduate Nonscience Majors. *Astronomy Education Review*, 685-71.

Michaels, S. & Bruce, B. (1989). Discourses on the Seasons. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, California.

Muthukrishna N., Carnine, D., Grossen, B. and Miller, S. (1993). Children's Alternative Frameworks: Should They Be Directly Addressed in Science Education? *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 233–248.

Osborne, J. (1992). *Light*. Liverpool: University Press.

Osborne, J., Black, P., Meadows, J. & Smith, M. (1993). Young children's (7–11) ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83–93.

Penner D. E., Lehrer, R. and Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanics: a design-based modelling approach. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 429–449.

Percy, J. R. (2006). Teaching Astronomy: Why and How? *The Journal of the American Association of Variable Star Observers*, 35(7), 248-254.

Plummer, J. (2008). Students' Development of Astronomy Concepts across Time. *Astronomy Education Review*, 7, 139-148.

Plummer, J. D., Wasko, K. D., & Slagle, C. (2011). Children learning to Explain daily Celestial Motion: Understanding astronomy across moving frames of reference. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1963-1992.

- Riddle, B. (2018). Milestones in Space Exploration. *Science Scope*, 42 (3).
- Rosenberg, M., Russo, P., Bladon, G., & Christensen, L. L. (2013). Why is astronomy important? Ανακτήθηκε από <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1311/1311.0508.pdf> στις 18/4/2020.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11(4), 491–521.
- Schoon, K. (1992). Students' alternative conceptions of earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209–214.
- Selley, N. (1996b). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713–723.
- 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. G., & Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. *Science Education*, 90(1), 124–147.
- Sharp, T. (2020). 2020 Moon Phases Calendar. Ανακτήθηκε από Space.com: <https://www.space.com/18880-moon-phases.html>.
- Sherrod, S. E. & Wilhelm, J. (2009). A Study of How Classroom Dialogue Facilitates the Development of Geometric Spatial Concepts Related to Understanding the Cause of Moon Phases. *International Journal of Science Education*, 31(7), 873-894.
- Shu-Chiu LIU, (2005). Students Alternative Models of the Universe. *Asia Pacific Forum On Science Learning and Teaching*, 6(2).
- Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third grade students' ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177.

- Starakis, I., & Halkia, K. (2013). Addressing k-5 students' and pre-service elementary teachers' conceptions of seasonal change. *Physics Education*, 49(2), 231–239.
- Starakis, J., & Halkia, K. (2010). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. *Astronomy Education Review*, 9(1).
- Subramaniam, K. & Padalkar, S. (2009). Visualisation and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-417.
- Treagust, D. F., & Smith, C. L. (1989). Secondary Students' Understanding of Gravity and the Motion of Planets. *School Science and Mathematics*, 89(5).
- Trumper, R. (2010). A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303–326.
- Trundle, K.C., Atwood, R.K., Christopher, J.E. & Sackes, M. (2010). The Effect of Guided Inquiry-Based Instruction on Middle School Students' Understanding of Lunar Concepts. *Research Science Education*, 40, 451–478.
- Venville, G. J., Louisell, R. D., & Wilhelm, J. A. (2012). Young Children's Knowledge About the Moon: A Complex Dynamic System. *Research in Science Education*, 42(4), 729–752.
- Vosniadou, S. (1992). Designing curricula for conceptual restructuring: lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy, University of Illinois.
- Wilhelm, J. A. (2014). Young Children Do Not Hold the Classic Earth's Shadow Misconception to Explain Lunar Phases. *School Science and Mathematics*, 114(7), 349–363.
- Yair, Y., Schur, Y., & Mintz, R. (2003). A “Thinking Journey” to the Planets Using Scientific Visualization Technologies: Implications to Astronomy Education. *Journal of Science Education and Technology*, 12(1).

Αλεξανδροπούλου, Α. (2018). *Νοητικές παραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας για τη Σελήνη και τα όργανα παρατήρησης* (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Ανυφαντής, Σ. (2018). *Μελετώντας το κίνητρο των μαθητών κατά την εκμάθηση ρομποτικής* (Διπλωματική εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., κ.ά. (2006). *Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο Δασκάλου, Ε' Δημοτικού*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., κ.ά. (2006). *Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο Μαθητή, Ε' Δημοτικού*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Καράπαπα, Α. (2019). *Η αξιοποίηση της αφήγησης λαϊκών μύθων και στοιχείων από την ιστορία της Επιστήμης στη διδασκαλία αστρονομικών εννοιών: Πρόταση διδασκαλίας για τις φάσεις της Σελήνης και τις ηλιακές και σεληνιακές Εκλείψεις* (Διπλωματική εργασία). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Κούτρα, Μ. (2009). *Πάμε μία βόλτα στο φεγγάρι: Ένα διαθεματικό πρόγραμμα αστρονομίας για παιδιά δημοτικού* (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Κουτσόπουλος, Κ., Σωτηράκου, Μ., Ταστσόγλου, Μ., Ζωγόγιαννης, Δ. (2013). *Γεωγραφία Στ' Δημοτικού- Μαθαίνω για τη Γη: Βιβλίο Δασκάλου*. ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Κουτσόπουλος, Κ., Σωτηράκου, Μ., Ταστσόγλου, Μ., Ζωγόγιαννης, Δ. (2013). *Γεωγραφία Στ' Δημοτικού- Μαθαίνω για τη Γη*. ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Λακάσας, Α. (2018). Με το βλέμμα στραμμένο στο σύμπαν. *Η Καθημερινή*. Ανακτήθηκε στις 11/4/2020 από <https://www.kathimerini.gr/942819/article/epikairothta/ellada/me-to-vlemma-strammeno-sto-sympan>.

Λάππα, Ι. (2008). *Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/ριων της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου για το σχήμα της Γης, τις κινήσεις Γης - Ηλιου - Σελήνης και το*

φαινόμενο των εποχών του έτους και διδακτική παρέμβαση με ΤΠΕ (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Πέλλα Θ. & Χαλκιά, Κ. (2016). Ιδέες των παιδιών για τις φάσεις της Σελήνης και μία πρόταση αναδόμησης τους προς το επιστημονικό πρότυπο. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης, Μ. Καλλέρη (επιμ.), *Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, (σελ. 628 – 636). Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Πλακίστη, Α., Κοντογιάννη, Α., Σπυράτου, Ε., Μανώλη, Β., Σταράκης, Ι., Μπάλλα, Ε. (χ.χ.). *Μελέτη Περιβάλλοντος Α' Δημοτικού, Βιβλίο Δασκάλου*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Πλακίστη, Α., Κοντογιάννη, Α., Σπυράτου, Ε., Μανώλη, Β., Σταράκης, Ι., Μπάλλα, Ε. (χ.χ.). *Μελέτη Περιβάλλοντος Α' Δημοτικού, Βιβλίο Δασκάλου*. Εκδόσεις ΟΕΔΒ: Αθήνα.

Σιμιτζόγλου, Σ. & Χαλκιά, Κ. (2007). Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το ηλιακό σύστημα. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής (επιμ.), *Πρακτικά 5ου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, (σελ. 820 – 827). Ιωάννινα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Σταράκης, Ι. & Χαλκιά, Κ. (2018). Διδακτική προσέγγιση των κινήσεων του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (επιμ.), *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, (σελ. 741 – 748). Ρέθυμνο, Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου: Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Σταράκης, Ι. (2014). *Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες: Ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μίας διδακτικής ακολουθίας για φαινόμενα που συνδέονται με τις σχετικές κινήσεις Ηλίου – Γης – Σελήνη, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* (Διδακτορική διατριβή). Ανακτήθηκε από <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/42089#page/1/mode/2up>.

Τέκος, Γ. (2012). *Διδασκαλία και μάθηση της Οπτικής στο Δημοτικό Σχολείο: Η ανάπτυξη αναλυτικού προγράμματος και εκπαιδευτικού λογισμικού εποικοδομητικού τύπου με βάση τις ιδέες των μαθητών/ριών*. (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

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

Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τη γεωμετρική Οπτική και τη Σελήνη

1. Δύο συμμαθητές αναρωτιούνται γιατί μπορούν και βλέπουν τη Σελήνη. Ο καθένας υποστηρίζει μία διαφορετική άποψη.

«ΜΑΘΗΤΗΣ Α:». *«Η Σελήνη έχει δικό της φως και δεν χρειάζεται ο Ήλιος για να μπορέσουμε να την δούμε».*

«ΜΑΘΗΤΗΣ Β:» *«Η Σελήνη δεν έχει δικό της φως. Φωτίζεται από τον Ήλιο γι' αυτό μπορούμε και τη βλέπουμε».*

Συμφωνείτε με κάποιον από τους δύο (μαθητή Α ή μαθητή Β); Παρακαλώ να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Διευκρίνιση: Σελήνη = Φεγγάρι



1 Β. Προχωρήστε σε αυτήν την ερώτηση ΜΟΝΟ εάν συμφωνείτε με τον μαθητή Α:

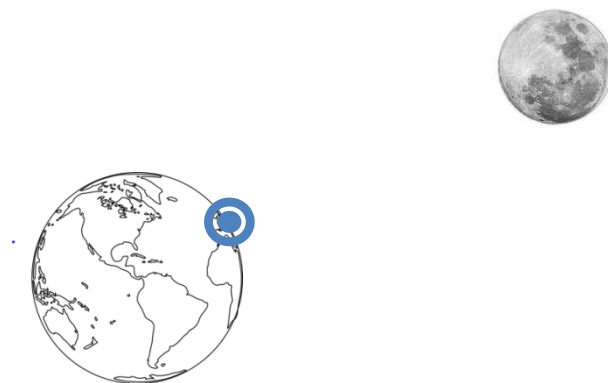
Με ποιον τρόπο η Σελήνη παράγει το δικό της φως;

2. Φανταστείτε ότι βρίσκεστε στο συγκεκριμένο σημείο πάνω στη Γη και παρατηρείτε τη Σελήνη (από εκεί όπου βρίσκεται η κουκκίδα).

A) Εάν πιστεύετε ότι ο Ήλιος είναι απαραίτητος για να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη, τότε: α) Να σχεδιάσετε τον Ήλιο σε κατάλληλη θέση β) Να σχεδιάσετε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) ώστε να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη. Παρακαλώ να αιτιολογήσετε το σχέδιό σας.

B) Εάν πιστεύετε ότι ο Ήλιος δεν είναι απαραίτητος για να μπορέσετε να δείτε τη Σελήνη, τότε να σχεδιάσετε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) έτσι ώστε να μπορέσετε να τη δείτε. Παρακαλώ να αιτιολογήσετε το σχέδιό σας.

Διευκρίνιση: Χρησιμοποιήστε βελάκια για να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός (των ακτινών).



Αιτιολογήστε την επιλογή σας

3. Εάν παρατηρήσετε για κάποια βράδια τη Σελήνη, θα δείτε ότι σταδιακά εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα. Διαβάζουμε την εικόνα από αριστερά προς δεξιά.



Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

4. Πιστεύετε ότι η Σελήνη έχει δικό της φως; Ναι ή Όχι (κυκλώστε). Παρατηρήστε ξανά την προηγούμενη εικόνα. Με βάση την επιλογή σας, απαντήστε σε **μία από τις δύο** επόμενες ερωτήσεις:

A) Εάν πιστεύετε ότι η Σελήνη έχει δικό της φως, πώς εξηγείτε το γεγονός ότι εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα; Εάν σας διευκολύνει καλύτερα για να το εξηγήσετε, μπορείτε να κάνετε και σχήμα στο κενό μετά τις γραμμές.

B) Εάν πιστεύετε ότι η Σελήνη δεν έχει δικό της φως, πώς εξηγείτε το γεγονός ότι εμφανίζεται με διαφορετικά σχήματα; Εάν σας διευκολύνει καλύτερα για να το εξηγήσετε, μπορείτε να κάνετε και σχήμα στο κενό μετά τις γραμμές.

5. Σχεδιάστε την πορεία που ακολουθεί το φως (των ακτινών) έτσι ώστε το παιδί να μπορέσει να δει τη μπάλα.

Διευκρίνιση: Χρησιμοποιήστε βελάκια για να σχεδιάσετε την πορεία του φωτός (των ακτινών).



Αιτιολογήστε αυτό που σχεδιάσατε:

6. Εάν ο Ήλιος εξαφανιζόταν ξαφνικά, θα μπορούσαμε να βλέπουμε τη Σελήνη;
Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

7. Σε τι μοιάζει και σε τι διαφέρει η Σελήνη συγκριτικά με τον Ήλιο;
