

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

Τόμ. 13 (2024)

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

**13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

**Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες**

10 -12 Νοεμβρίου 2023

Διοργάνωση
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πληροφορίες
synedrio2023.enepnet.gr

Τόπος διεξαγωγής
Παιδαγωγικό Τμήμα
Δημοτικής Εκπαίδευσης

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
Επιμέλεια έκδοσης:
Κωνσταντίνος Θ. Κάτσης, Γεώργιος Στύλος,
Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023

ΕΝΕΦΕΤ
Ποιότητα για την Εκπαίδευση στις
Νέες Τεχνολογίες

Διερεύνηση των αντιλήψεων φοιτητών/τριών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με τη σελήνη μέσα από την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας διδασκαλίας-μάθησης που διαπραγματεύεται σχετικά φαινόμενα

Παναγιώτης Ταμπάκης, Στέφανος Ασημόπουλος

doi: [10.12681/codiste.7363](https://doi.org/10.12681/codiste.7363)

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ ΓΙΑ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΣΕΛΗΝΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΙΑΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΜΑΘΗΣΗΣ ΠΟΥ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΕΤΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

Παναγιώτης Ταμπάκης¹, Στέφανος Ασημόπουλος²

¹Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΠΘ, ²Επίκουρος καθηγητής ΠΤΔΕ ΠΘ

ptabakis@uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πλήθος ερευνών στο τομέα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών υπογραμμίζουν την ποικιλία των αντιλήψεων μαθητών/τριών όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων για τη Σελήνη και τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτήν. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μιας διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας η οποία αποτελεί μέρος μιας μεγαλύτερης έρευνας που αφορά στη διδακτική αξιοποίηση του φαινομένου της παλίρροιας σε μελλοντικούς/ές δασκάλους/ες κάνοντας χρήση του διδακτικού πειράματος ως εργαλείο συλλογής δεδομένων. Οι ιδέες που ανιχνεύτηκαν, όπως και η επιλογή πολλαπλού διδακτικού υλικού στη βάση του σχεδιασμού της ακολουθίας αυτής θα συζητηθούν στη συνέχεια.

Λέξεις κλειδιά: Ιδέες φοιτητών/τριών, Σελήνη, πολλαπλό διδακτικό υλικό, διδακτικό πείραμα

INVESTIGATION OF STUDENTS' PERCEPTIONS OF CONCEPTS AND PHENOMENA RELATED TO THE MOON THROUGH THE APPLICATION OF A TEACHING-LEARNING SEQUENCE THAT DEALS WITH RELATED PHENOMENA.

Panagiotis Tampakis, Stefanos Asimopoulos

¹PhD candidate University of Thessaly, ²Assistant Professor, University of Thessaly

ptabakis@uth.gr

ABSTRACT

Numerous studies in the field of Science Education highlight the diversity of students' ideas of all educational levels about the Moon and its associated phenomena. This paper presents the results from implementing a teaching-learning sequence, which is part of a larger research concerning the didactic utilization of the tides in pre-service teachers, using the teaching experiment as a data collection tool. Below, we will discuss the ideas identified and the selection of various teaching materials based on the design of this sequence.

Keywords: Students' ideas, Lunar phenomena, multiple teaching materials, teaching experiment

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Φαινόμενα που σχετίζονται με τη Σελήνη, όπως οι φάσεις και οι εκλείψεις παρουσιάζουν ιδιαίτερες δυσκολίες ως προς την κατανόησή τους, ακόμη κι από φοιτητές/τριες παιδαγωγικών και φυσικών τμημάτων. Ο λόγος είναι ότι κάτι τέτοιο προϋποθέτει τη γνώση του σχήματος, των κινήσεων και της σχετικής θέσης Ήλιου, Γης, Σελήνης. Επίσης, απαιτείται η κατανόηση ότι μόνο το ένα ημισφαίριο της Σελήνης φωτίζεται από τον Ήλιο και αυτό που βλέπει κάθε παρατηρητής από τη Γη εξαρτάται από τη θέση του συστήματος Γης – Σελήνης ως προς τον Ήλιο. Οι κύριες εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται συνδέουν τις φάσεις με την σκιά της Γης, του Ήλιου ή άλλων πλανητών, με την περιστροφή ή την κλίση του άξονα της Γης, ακόμη και με τη γεωγραφική θέση του παρατηρητή σε αυτή, ενώ ως προς τις εκλείψεις είναι κοινή η σύγχυσή τους με τις φάσεις, κυρίως της νέας σελήνης και της πανσελήνου (Σταράκης, 2014· Barnett & Morran, 2002· Ogan-Bekiroglu, 2007· Trundle et al., 2007).

Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος μεγαλύτερης έρευνας που στοχεύει στη διδακτική αξιοποίηση του φαινομένου της παλίρροιας. Το φαινόμενο αυτό, αν και ιδιαίτερα σύνθετο, μπορεί να αποτελέσει α) μέσο διδασκαλίας εννοιών και φαινομένων Αστρονομίας, Νευτώνειας Μηχανικής και Μηχανικής των Ρευστών, β) αφορμή εξάσκησης μαθητών/τριών σε διαδικασίες μοντελοποίησης και επαφής με θέματα Φύσης της Επιστήμης, γ) πεδίο εφαρμογής της αναλογικής σκέψης και δ) ευκαιρία ελέγχου της αποτελεσματικότητας των νοητικών πειραμάτων και του πολλαπλού διδακτικού υλικού. Επειδή η γνώση όλων των παραμέτρων του συστήματος Γης – Σελήνης – Ήλιου έχει καίρια σημασία στη μελέτη της παλίρροιας, η παρούσα εργασία παρουσιάζει αποτελέσματα της εφαρμογής του δεύτερου κατά σειρά έξι επεισοδίων μιας διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας με θέμα την ανάδειξη των νοητικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται από τους/τις μελλοντικούς/ές δασκάλους/ες ως προς το σχήμα Γης, Σελήνης, Ήλιου, τις βασικές κινήσεις και τις σχετικές τους θέσεις, τις φάσεις της Σελήνης και τις εκλείψεις Ήλιου – Σελήνης, καθώς και πώς αυτά εξελίσσονται προς την υιοθέτηση ενός επιστημονικά συμβατού μοντέλου. Στη συνέχεια συζητείται η επιλογή και η αποτελεσματικότητα του διδακτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε και έχει ως στόχο τη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων ως τρόπο πληρέστερης κατανόησης των φαινομένων που μελετώνται έχοντας, όμως, ως αφετηρία τις αισθητηριακές εμπειρίες των φοιτητών/τριών ως κατοίκων της Γης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της συμβατότητας των νοητικών μοντέλων των μελλοντικών δασκάλων σε σχέση με το επίσημο επιστημονικό πρότυπο για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με τη Σελήνη και πώς αυτά εξελίσσονται μέσα από την εφαρμογή μιας κατάλληλης διδακτικής - μαθησιακής ακολουθίας. Δείγμα αποτελούν 8 ζευγάρια φοιτητών/τριών 3ου ή 4ου έτους του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, η προσέγγιση είναι ποιοτική και γίνεται χρήση του «διδακτικού πειράματος», το οποίο έχει αποδειχθεί ότι είναι μια πολύτιμη ερευνητική μέθοδος, κατάλληλη για την διερεύνηση διαδικασιών διδασκαλίας – μάθησης (Komorek & Duit, 2014). Μέσα συλλογής δεδομένων αποτελούν το γραπτό ερωτηματολόγιο, οι βιντεοσκοπήσεις των δραστηριοτήτων και τα φύλλα παρατήρησης των εξωτερικών παρατηρητών (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2021).

Στο συγκεκριμένο διδακτικό επεισόδιο γίνεται χρήση διδακτικού υλικού ποικίλων χαρακτηριστικών με στόχο τη δημιουργία πολλαπλών νοητικών αναπαραστάσεων. Συγκεκριμένα, με αφορμή ένα νοητικό πείραμα στο οποίο ένα διαστημόπλοιο ξεκινά το ταξίδι του από τη Γη και αφήνει πίσω του το ηλιακό σύστημα, οι

φοιτητές/τριες ως μέλη του πληρώματος παρατηρούν και μιλούν για τον πλανήτη μας, τη Σελήνη και τον Ήλιο. Με αυτόν τον τρόπο επιχειρείται, αρχικά, η ανάδειξη των ιδεών τους για το σχήμα της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου, το είδος και τον χρόνο των κινήσεων που κάνουν και τα φυσικά φαινόμενα που ενδεχομένως συνδέονται με τις κινήσεις αυτές, όπως για παράδειγμα η περιστροφή της Γης συνδέεται με το ημερονύκτιο.

Στη συνέχεια, οι φοιτητές/τριες, με βάση τις εμπειρίες τους, συζητούν για τις κινήσεις της Σελήνης ως παρατηρητές – κάτοικοι της Γης. Με την προβολή μιας φωτογραφίας της Σελήνης στο πρώτο τέταρτο, μιλούν για τις φάσεις, πώς αυτές προκύπτουν και αν συνδέονται με τις θέσεις και τις κινήσεις Ήλιου, Σελήνης και Γης. Οι δραστηριότητες αυτές στοχεύουν στην ανάδειξη των ιδεών που προϋπάρχουν κι ολοκληρώνονται με ένα φύλλο εργασίας όπου ζητείται να σχεδιαστούν τα τρία αυτά ουράνια σώματα και οι τροχιές τους.

Ακολουθεί το κύριο μέρος του διδακτικού πειράματος, όπου με τη βοήθεια εποπτικού υλικού και προσομοιώσεων τίθενται ξανά τα ίδια ερωτήματα στοχεύοντας σε μια βαθύτερη κατανόηση των προς συζήτηση θεμάτων. Εικόνες της Γης και της Σελήνης από το διάστημα, μια υδρόγειος σφαίρα και ένας φακός σε ρόλο ήλιου, αλλά και λογισμικά όπως «Οι εποχές» από το αποθετήριο εκπαιδευτικού υλικού Φωτόδεντρο, χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση του σχήματος των ουρανίων σωμάτων που μας ενδιαφέρουν, αλλά και των κινήσεων της Γης.

Επόμενο θέμα αποτελεί η περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη, η φορά που έχει και ο χρόνος στον οποίο ολοκληρώνεται. Βάση αποτέλεσε η εργασία του Σταράκη (2014), στην οποία γίνεται χρήση φωτογραφιών της Σελήνης, σε κατάλληλα επιλεγμένες χρονικές στιγμές, και δραστηριοτήτων στις οποίες οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να προσομοιώσουν με τα σώματά τους τις κινήσεις του συστήματος Γης – Σελήνης. Το υλικό αυτό έχει αναδιαργανωθεί υποστηριζόμενο με λογισμικά προσομοίωσης, όπως είναι το Stellarium, το οποίο παρουσιάζει τις θέσεις και τις κινήσεις όλων των ουρανίων σωμάτων στον γήινο ουρανό, ή οι προσομοιώσεις PHET («Earth and Moon Rotation» και «Βαρύτητα και τροχιές») με τις οποίες επιχειρείται η εποπτεία τηςφοράς και της ταχύτητας περιφοράς της Σελήνης σε σχέση με την ταχύτητα περιστροφής της Γης. Η δυνατότητα προσομοίωσης των σχετικών κινήσεων σε σχέση με το σχετικό μέγεθος και τη σχετική απόστασή τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν είναι δυνατή η άντληση όλων των πληροφοριών που χρειαζόμαστε από ένα μόνο μοντέλο. Αυτό αποτελεί, στη συνέχεια, αφορμή συζήτησης για τα χαρακτηριστικά όχι μόνο των συγκεκριμένων, αλλά όλων των μοντέλων των Φυσικών Επιστημών, τους περιορισμούς τους και τον σκοπό που υπηρετούν. Επίσης, χρησιμοποιούνται χειραπτικά υλικά, όπως η υδρόγειος σφαίρα, ένα μπαλάκι επιτραπέζιας αντισφαίρισης για τη Σελήνη και ένας φακός για τον Ήλιο ή ακόμη υπάρχουν και δραστηριότητες με χαρτί και μολύβι, όπου απλές μετρήσεις και αριθμητικές πράξεις μπορούν να οδηγήσουν στον υπολογισμό του χρόνου περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη.

Τα χαρακτηριστικά της τροχιάς της Σελήνης σε σχέση με τη Γη και τον Ήλιο, αλλά και το θέμα της περιστροφής της απασχολούν στη συνέχεια ερευνητή και συνεντευξιαζόμενους/ες. Το υλικό που χρησιμοποιείται είναι αντίστοιχο. Συγκεκριμένα γίνεται χρήση φωτογραφικού υλικού, χειραπτικών υλικών, σωματικών προσομοιώσεων και προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπως, για παράδειγμα, το λογισμικό Phet «Το ηλιακό μου σύστημα» που παρουσιάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κίνησης Γης – Σελήνης. Σε αυτό παρατηρούν την απόσταση των δύο σωμάτων, το σχήμα της τροχιάς τους και την ταχύτητα που έχουν καταλήγοντας σε αντίστοιχα συμπεράσματα. Επικουρικά στην παραπάνω διαδικασία, προβάλλεται η προσομοίωση «Synchronous rotation of the moon» στην οποία κάποιος μπορεί να διαπιστώσει τι θα έβλεπε από τη γη αν η Σελήνη περιστρέφονταν με τυχαία περίοδο, ενώ παράλληλα, παρουσιάζοντας τις θέσεις Ήλιου, Γης και Σελήνης έχει μια πρώτη εποπτεία του λόγου εμφάνισης των φάσεων.

Η συζήτηση στη συνέχεια περνά στις φάσεις της Σελήνης, αναγνωρίζονται οι χαρακτηριστικότερες από αυτές (νέα σελήνη, πανσέληνος, πρώτο και τελευταίο τέταρτο) και διερευνάται η θέση Ήλιου, Σελήνης, Γης στις παραπάνω περιπτώσεις. Οι φοιτητές/τριες έχοντας στη διάθεσή τους μια υδρόγειος σφαίρα, ένα μικρό

μπαλάκι για Σελήνη κι έναν φακό που παίζει το ρόλο του Ήλιου καλούνται να δοκιμάσουν πιθανές θέσεις των τριών αυτών σωμάτων, έτσι, ώστε ένας κάτοικος της Γης να βλέπει αυτές τις φάσεις. Η διαδικασία αυτή οδηγεί αναπόφευκτα και στη διερεύνηση του φαινομένου των εκλείψεων Σελήνης και Ήλιου. Έχοντας ως βάση τη σπανιότητά του οι συνεντευξιαζόμενοι/ες καθοδηγούνται στο συμπέρασμα ότι η προϋπόθεση της ευθυγράμμισης των τριών αυτών σωμάτων δεν εκπληρώνεται σε κάθε σεληνιακό μήνα, και επομένως το επίπεδο της τροχιάς της Σελήνης δεν βρίσκεται πάντα στο επίπεδο της εκλειπτικής της Γης. Το διδακτικό επεισόδιο ολοκληρώνεται με τη χρήση της προσομοίωσης «Ήλιος, Γη, Σελήνη» από το Φωτόδεντρο, η οποία δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να δούνε ως παρατηρητές που βρίσκονται στη Γη, στο διάστημα ή στον Ήλιο τη μορφή της Σελήνης κατά τη διάρκεια της περιφοράς της γύρω από τη Γη και να συζητήσουν τις όποιες απορίες έχουν ακόμη.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με βάση τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών κατά τη διάρκεια του διδακτικού επεισοδίου βλέπουμε ότι όλοι/ες αναγνωρίζουν ότι το σχήμα της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου είναι σφαιρικό. Μάλιστα, ειδικά ως προς τη Γη, παρατηρούμε ότι οι πλειοψηφία των ερωτηθέντων δηλώνει ότι το σχήμα της είναι γεωειδές γεγονός που φανερώνει πόσο ισχυρά ερείσματα κατέχει το σχολικό αυτό μοντέλο στις αντιλήψεις τους (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Το σχήμα Γης, Σελήνης και Ήλιου

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Σχήμα γης:	
• Σφαιρικό	15
• Γεωειδές	10
Σχήμα Σελήνης:	
• Σφαιρικό	16
Σχήμα Ήλιου:	
• Σφαιρικό	13
• Χωρίς απάντηση	3

Εντύπωση προκαλεί ένα ποσοστό που φτάνει το 63% το οποίο δε γνωρίζει τις βασικές κινήσεις της Γης. Έτσι, μόνο 10 φοιτητές/τριες αναγνωρίζουν ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και ταυτοχρόνως περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, ενώ ανάμεσά τους 4 ακόμη μιλούν, λανθασμένα, για περιφορά της Γης γύρω κι από άλλα ουράνια σώματα του ηλιακού συστήματος (πίνακας 2).

Πίνακας 2. Οι κινήσεις της Γης

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Περιστροφή	14
Περιφορά γύρω από τον Ήλιο	12
Περιστροφή και περιφορά γύρω από τον Ήλιο	10
Περιφορά γύρω από τη Σελήνη ή κάποιον άλλο πλανήτη	4

Ως προς τον χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθούν οι κινήσεις αυτές, παρατηρούμε ότι το ποσοστό των εναλλακτικών αντιλήψεων είναι αυξημένο, παρόλο που αναφερόμαστε σε ένα θέμα που θεωρείται τετριμμένο στη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία αναφερόμαστε (πίνακας 3). Ακόμη, οι μισοί/ές φοιτητές/τριες μόνο συνέδεσαν ταυτόχρονα την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της με το ημερονύκτιο και την περιφορά της γύρω από τον Ήλιο με τις εποχές. Οι υπόλοιποι/ες δήλωσαν άγνοια για τον έναν ή τον άλλο συσχετισμό.

Πίνακας 3. Χρόνος ολοκλήρωσης των κινήσεων της Γης

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Περιφορά γύρω από τον Ήλιο:	
• Ένα έτος	12
• 24 ώρες	4
• 6 μήνες	1
Περιστροφή:	
• 24 ώρες	13
• Αμφιβολία για τον χρόνο	4

Ως προς τις κινήσεις της Σελήνης, όλοι/ες αναγνωρίζουν την περιφορά της γύρω από τη Γη, ελάχιστοι/ες όμως αποδέχονται την περιστροφή της. Ως προς το χρόνο που αυτές γίνονται το μεγαλύτερο μέρος απαντά πως δεν γνωρίζει κάτι και μόνο 2 αναφέρονται στον σεληνιακό μήνα ως χρόνο περιφοράς της. Τέλος, 7 από τους/τις 16 φοιτητές/τριες δηλώνουν ξεκάθαρα ότι η Σελήνη εμφανίζεται σχεδόν αποκλειστικά το βράδυ γεγονός που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στο σχεδιασμό αντίστοιχου διδακτικού υλικού.

Πίνακας 4. Συγχρονισμός κινήσεων Γης – Σελήνης

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Δήλωση άγνοιας	13
Δεν ισχύει	3
Αναντιστοιχία με τα αισθητηριακά δεδομένα	8

Σχετικά με το θέμα του συγχρονισμού της κίνησης της Σελήνης με τη Γη που έχει ως αποτέλεσμα να βλέπουμε πάντοτε την ίδια πλευρά της Σελήνης το σύνολο των ερωτηθέντων είτε δεν έχει ακούσει κάτι, είτε θεωρεί ότι δεν ισχύει. Μάλιστα οι μισοί/ές πιστεύουν ότι κάτι τέτοιο είναι αντίθετο με την εμπειρία τους. (πίνακας 4).

Πίνακας 5. Ονομασία φάσεων Σελήνης

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Αναγνώριση της ύπαρξης των φάσεων	16
Ονομασία χαρακτηριστικών φάσεων	11
• Πανσέληνος	9
• Τέταρτο	4
• Νέα Σελήνη	3
Μη τυπικές ονομασίες	8
Χωρίς απάντηση	3

Ενώ όλοι/ες αναγνωρίζουν την ύπαρξη των φάσεων της Σελήνης, ένα μόνο μέρος τους μπορεί να κατονομάσει κάποιες χαρακτηριστικές από αυτές (πίνακας 5). Στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν τον λόγο εμφάνισής τους η πλειοψηφία (12) δίνει περισσότερες από μία απαντήσεις γεγονός που φανερώνει αβεβαιότητα ως προς την ορθότητά τους. Οι περισσότερες από αυτές αφορούν τη θέση ή τις κινήσεις Γης, Σελήνης και Ήλιου (10), αρκετές (4) αναφέρονται στη σκιά της Γης, και λιγότερες στην περιστροφή της Γης, στη γεωγραφική θέση του παρατηρητή και στη σκιά άλλου ουράνιου σώματος. Ακόμη, σε μικρότερο ποσοστό αναφέρεται η ανατολή και δύση της Σελήνης, η μείωση του φωτός της, ενώ ένας/μία δεν έδωσε καμία απάντηση (πίνακας 6).

Πίνακας 6. Αίτια εμφάνισης των φάσεων της Σελήνης

Απαντήσεις	Συχνότητες (N=16)
Η θέση και οι κινήσεις Γης, Σελήνης και Ήλιου	10
Η σκιά της Γης	4
Η περιστροφή της Γης	2
Η γεωγραφική θέση του παρατηρητή	2
Κρύβεται από άλλο ουράνιο σώμα	2
Η ανατολή και η Δύση της Σελήνης	1
Λόγω μείωσης του φωτός	1
Χωρίς απάντηση	1

Τέλος, ως προς την έκλειψη Ηλίου, 6 συνεντευξιζόμενοι/ες σωστά αναφέρουν το λόγο της εμφάνισής της, ενώ οι υπόλοιποι/ες δεν απάντησαν κάτι. Ως προς την έκλειψη Σελήνης, 4 μόνο μίλησαν σωστά για τη θέση της Σελήνης στη σκιά της Γης, με τους/τις 2 από αυτούς/ές να θεωρούν ότι και η σκιά άλλων πλανητών μπορεί να έχει το ίδιο αποτέλεσμα. Από τους/τις υπολοίπους/ες, 3 την αντιλαμβάνονται ως τη φάση της Νέας Σελήνης, 2 πιστεύουν ότι την κρύβει ο Ήλιος ή τη συγχέουν με τη δύση της, ενώ 7 δεν έδωσαν καμία εξήγηση. Τα αποτελέσματα αυτά αποκαλύπτουν το πλήθος των εναλλακτικών ιδεών που οι μελλοντικοί/ες δάσκαλοι/ες έχουν για τις φάσεις της Σελήνης και τις εκλείψεις, όπως και για υποκείμενες έννοιες και φαινόμενα γεγονός που δυσκολεύει την οικοδόμηση μιας επιστημονικής εξήγησης για αυτά τα θέματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της διερεύνησης των αντιλήψεων των φοιτητών/τριών για έννοιες και φαινόμενα σχετικά με τη Σελήνη, όπως είναι οι κινήσεις και οι φάσεις της ή οι εκλείψεις (Σελήνης και Ήλιου), βρίσκονται σε συμφωνία με τα βιβλιογραφικά δεδομένα και αναδεικνύουν μείζονα προβλήματα κατανόησης των θεμάτων αυτών. Στο σύνολό τους οι απαντήσεις φανερώνουν την απουσία μιας συνεκτικής θεώρησης του συστήματος Ήλιου – Γης – Σελήνης με τα χαρακτηριστικά και τους νόμους που διέπουν την λειτουργία του που αποτελεί προϋπόθεση για την μελέτη των παραπάνω φαινομένων. Εδώ, θα πρέπει να συνυπολογίσουμε τις ελλειπείς εμπειρίες που έχουν ως παρατηρητές του γήινου ουρανού ή τη χρήση νοητικών μοντέλων, μη συμβατών με τα αντίστοιχα επιστημονικά, που φαίνεται να αποκλείουν αισθητηριακά δεδομένα με τα οποία έρχονται σε αντίθεση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πεποίθηση ότι το σχήμα της Γης είναι εμφανώς γεωειδές, παρόλο που οι φωτογραφίες που προβάλλονται δεν υποστηρίζουν κάτι τέτοιο και ότι η Σελήνη εμφανίζεται μόνο βράδυ, χωρίς να γίνεται αντιληπτό ότι στρέφει σε εμάς πάντοτε την ίδια πλευρά. Όμως, αξίζει να σημειωθεί ότι η απουσία σύνδεσης γήινων φαινομένων με τις σχετικές κινήσεις και θέσεις των τριών αυτών

ουρανίων σωμάτων, όπως προκύπτει από την επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας εργασίας, αν και φανερώνει την αποσπασματικότητα των μοντέλων που χρησιμοποιούνται, μπορεί να αποτελέσει αφορμή σύνδεσης όλων των επιμέρους τμημάτων και δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης θεώρησης αυτών των φαινομένων, πάντα σε συμφωνία με τα αισθητηριακά δεδομένα και συμβατής με το επίσημο επιστημονικό πρότυπο. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι είναι αναγκαίος ένας προσεκτικός σχεδιασμός μιας αντίστοιχης διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας.

Για την ικανοποίηση του πιο πάνω στόχου επιλέχθηκε η χρήση πολλαπλού διδακτικού υλικού, όπως φωτογραφίες, προσομοιώσεις με τους/τις φοιτητές/τριες στους ρόλους Γης και Σελήνης, λογισμικά όπου δίνεται η δυνατότητα θέασης των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων, αλλά και μεταβολής συγκεκριμένων παραμέτρων, χειραπτικά υλικά και, τέλος, βίντεο – προσομοιώσεις των κινήσεων, των φάσεων ή των εκλείψεων. Η πορεία της διδακτικής ακολουθίας, όπως αποτυπώθηκε στις γραπτές δοκιμασίες και στην αλληλεπίδραση με τον ερευνητή φανέρωσε την αποτελεσματικότητα του υλικού στη βαθύτερη κατανόηση αυτών των δύσκολων θεμάτων που προϋποθέτει υψηλού επιπέδου χωρική σκέψη και δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων του ίδιου φαινομένου. Ιδιαίτερη αναφορά μπορούμε να κάνουμε στις σωματικές προσομοιώσεις στις οποίες οι φοιτητές/τριες παίρνοντας το ρόλο της Γης, της Σελήνης ή ακόμη μπαίνοντας στη θέση ενός εξωτερικού παρατηρητή κατάφεραν να ξεπεράσουν αποτελεσματικά τις όποιες δυσκολίες αντιμετώπιζαν ως προς το είδος και την ταχύτητα των κινήσεων Γης και Σελήνης. Παράλληλα, ο πειραματισμός με υλικά, όπως μια υδρόγειος για τη Γη, ένα μπαλάκι για τη Σελήνη κι ένας φακός για τον ήλιο, βοήθησε καίρια στην αποκάλυψη της αιτίας των φάσεων και στη διάκρισή τους από τις εκλείψεις, ενώ η χρήση των ψηφιακών προσομοιώσεων λειτούργησε ως το τελικό κριτήριο ορθότητας των συμπερασμάτων τους. Ως προς το νοητικό πείραμα που χρησιμοποιήθηκε στην αρχή μπορούμε να πούμε ότι αποτέλεσε ένα ιδιαίτερα ισχυρό διδακτικό εργαλείο κινητοποίησης των φοιτητών/τριών και έφερε στην επιφάνεια ποικίλα νοητικά μοντέλα για τη δομή και λειτουργία του ηλιακού συστήματος. Αποκάλυψε παράλληλα όμως, όπως και κάθε άλλη δραστηριότητα απαιτούσε αλλαγή οπτικής (ένα παράδειγμα αποτελούν οι σωματικές προσομοιώσεις), ότι υπάρχει μια δυσκολία αλλαγής του πλαισίου αναφοράς, για παράδειγμα από παρατηρητές στη Γη να μεταφερθούν ξαφνικά στον διάστημα και να δουν από εκεί τη Σελήνη. Από την ανάλυση της συζήτησης μεταξύ ερευνητή και φοιτητών/τριών φαίνεται ότι ένα πλήρως ορισμένο πλαίσιο, χωρίς ασάφειες, αποτελεί προϋπόθεση προκειμένου οι συμμετέχοντες να είναι ικανοί να σκεφτούν και να απαντήσουν σε μια τέτοια διαφορετική βάση.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σταράκης, Ι. (2014). *Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες: Ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας διδακτικής ακολουθίας για φαινόμενα που συνδέονται με τις σχετικές κινήσεις Ήλιου-Γης-Σελήνης, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση* [Διδακτορική διατριβή, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών]. Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/42089>
- Ταμπάκης, Π., & Ασημόπουλος, Σ. (2021). Νοητικά μοντέλα υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίνροιας μέσα από την εφαρμογή μιας διδακτικής ακολουθίας που ακολουθεί τις αρχές του διδακτικού πειράματος. Στο Σκορδούλης Κ., Στεφανίδου Κ., Μανδρίκας Α. & Μπόικος Η. (επιμ.). *Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα. Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ. 667-672), Εκδόσεις ΕΚΠΑ, Αθήνα 2023, ISBN 978-618-82007-4-6
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690110095276>

- Komorek, M., & Duit, R. (2014). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the Moon, Moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555–593. <https://doi.org/10.1080/09500690600718104>
- Trundle, K., Atwood, R., & Christopher, J. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326. <https://doi.org/10.1002/tea.20121>