

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

14° ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

12-14 Απριλίου 2025

ΤΟΜΟΣ
ΣΥΝΟΨΕΩΝ

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepht.gr

Διδάσκοντας την Παλίρροια: Ανάλυση της Αλληλεπίδρασης Γης-Σελήνης μέσω της Βαρύτητας

Παναγιώτης Ταμπάκης, Στέφανος Ασημόπουλος

doi: [10.12681/codiste.7711](https://doi.org/10.12681/codiste.7711)

Διδάσκοντας την Παλίρροια: Ανάλυση της Αλληλεπίδρασης Γης-Σελήνης μέσω της Βαρύτητας

Παναγιώτης Ταμπάκης¹, Στέφανος Ασημόπουλος²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, ²Επίκουρος καθηγητής,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

¹ptabakis@uth.gr

Περίληψη

Αν και πλήθος ερευνών της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχουν ως θέμα το φαινόμενο της βαρύτητας και τις συναφείς με αυτό έννοιες, ο ρόλος του στην αλληλεπίδραση του συστήματος Γης – Σελήνης δεν έχει τύχει ανάλογης προσοχής, λόγω των αυξημένων νοητικών δυσκολιών που παρουσιάζει. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μιας διδακτικής – μαθησιακής ακολουθίας που διερευνά πώς η διδακτική αξιοποίηση των παραπάνω θεμάτων μπορεί να διευρύνει την κατανόηση μελλοντικών δασκάλων για το φαινόμενο της παλίρροιας. Οι αντιλήψεις που αναδείχθηκαν, καθώς και η ποικιλία του εκπαιδευτικού υλικού που επιλέχθηκε θα εξεταστούν διεξοδικά στη συνέχεια.

Λέξεις κλειδιά: Βαρύτητα, διδακτική Φ.Ε., διδακτικό πείραμα, ιδέες φοιτητών/τριών, σύστημα Γης – Σελήνης

Teaching Tides: Analyzing the Earth–Moon Interaction Through Gravity

Panagiotis Tampakis¹, Stefanos Asimopoulos²

¹PhD candidate, ²Assistant Professor,

Pedagogical Department of Primary Education, University of Thessaly

¹ptabakis@uth.gr

Abstract

Although numerous studies in Science Education have examined the phenomenon of gravity and its related concepts, the role of gravity in the Earth–Moon interaction has yet to receive similar attention, mainly due to the considerable cognitive challenges it entails. This paper presents findings from implementing a teaching-learning sequence designed to investigate how incorporating these topics into instruction can deepen future teachers' perspective of the tidal phenomenon. The insights uncovered and the range of educational materials selected will be thoroughly discussed in the following sections.

Keywords: Earth–Moon system, gravity, Science Education, students' ideas, teaching experiment

Εισαγωγή

Η παλίρροια είναι ένα φυσικό φαινόμενο που, αν και στα μάτια των μαθητών/τριών φαντάζει μυστηριώδες, μοναδικό, σχεδόν εξωτικό προσελκύνοντας πάντα το ενδιαφέρον τους, συνήθως δεν κατανοείται σε βάθος. Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που σωστά συνδέεται με τη Σελήνη, ο ρόλος της βαρύτητας που δρα από απόσταση και της δυναμικής σχέσης Γης – Σελήνης που αποτελούν ένα σύστημα δύο σωμάτων που περιστρέφεται γύρω από το κοινό τους κέντρο

μάζας (βαρύκεντρο) παρουσιάζει αυξημένα γνωστικά εμπόδια. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία έρευνες που να αξιοποιούν τη σχέση αυτή των δύο σωμάτων στη διδασκαλία της παλίρροιας, εμμένοντας σε απλουστευμένες οπτικές, στερώντας από τους/τις μαθητές/τριες την ανάπτυξη μιας βαθύτερης κατανόησης του φαινομένου (Ucar et al., 2011).

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα μιας μεγαλύτερης ερευνητικής προσπάθειας διδακτικής αξιοποίησης του φαινομένου της παλίρροιας ως μέσου διδασκαλίας πλήθους εννοιών και φαινομένων της Αστρονομίας και της Νευτώνιας Μηχανικής. Βασική επιδίωξη αποτελεί η ανάδειξη των ιδεών φοιτητών/τριών παιδαγωγικών τμημάτων γύρω από τη φύση της βαρύτητας και τη σχέση της με το βάρος και τη μάζα, αλλά και τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος δύο σωμάτων με τελικό στόχο την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων Γης – Σελήνης που αποτελούν και την αιτία της ταυτόχρονης εμφάνισης δύο αντιδιαμετρικών παλιρροιακών διογκώσεων στη Γη. Στη συνέχεια αναδεικνύονται ο διδακτικός σχεδιασμός μιας προσέγγισης που μέσα από πειραματισμούς, νοητικά πειράματα και προσομοιώσεις, οδηγεί σε μια περισσότερο επιστημονικά συμβατή και εννοιολογικά εμπλουτισμένη κατανόηση της βαρύτητας και του συστήματος Γης - Σελήνης, όπως και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτήν την εφαρμογή.

Μεθοδολογία

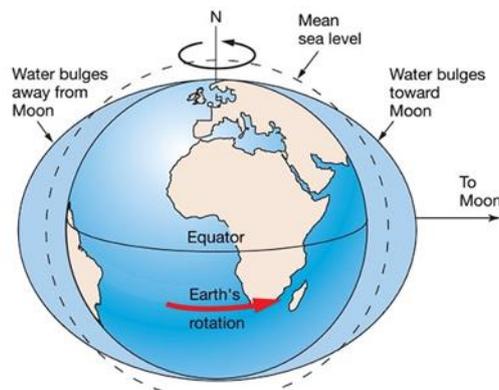
Η έρευνα ακολούθησε ποιοτική, ερμηνευτική προσέγγιση, αξιοποιώντας τη μεθοδολογία του «διδασκτικού πειράματος» (teaching experiment) (Komorek & Duit, 2014) στην ανάδειξη της εξέλιξης των νοητικών μοντέλων μελλοντικών δασκάλων για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με τη βαρύτητα και το σύστημα Γης – Σελήνης, στοιχεία απαραίτητα στην κατανόηση της παλίρροιας. Το δείγμα αποτέλεσαν 8 ζευγάρια φοιτητών/τριών 3ου ή 4ου έτους του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, επιλεγμένα με «βολική δειγματοληψία». Οι συμμετέχοντες/ουσες έλαβαν μέρος σε πειραματικές δραστηριότητες, προσομοιώσεις και νοητικά σενάρια που υποστήριζαν τη μετάβαση από απλούστερες σε πιο επιστημονικά συμβατές αντιλήψεις, εστιάζοντας στην αντίληψη της Γης και της Σελήνης ως συστήματος δύο σωμάτων που περιστρέφονται γύρω από το βαρύκεντρό τους. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω γραπτών ερωτηματολογίων, βιντεοσκοπήσεων των δραστηριοτήτων και φύλλων παρατήρησης εξωτερικών παρατηρητών (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2021). Τέλος, τα δεδομένα αναλύθηκαν ποιοτικά, με κριτήρια εγκυρότητας και αξιοπιστίας σύμφωνα με τους Guba & Lincoln (Lincoln, 2001).

Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν την κατανόηση των εννοιών της βαρύτητας/βάρους-μάζας και της δυναμικής σχέσης Γης-Σελήνης. Αρχικά, μια σειρά ερωτήσεων (για παράδειγμα, «Τι κρατάει τη Γη και τη Σελήνη μαζί;») διερευνά τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών, κατευθύνοντας τη συζήτηση προς τη βαρύτητα ως μια δύναμη που δρα από απόσταση. Στη συνέχεια, ζητείται από τους συμμετέχοντες να ορίσουν τη «δύναμη», συνδέοντάς τη με παρατηρήσιμες αλλαγές στην κίνηση ή το σχήμα ενός αντικειμένου. Κατόπιν, εισάγεται η έννοια του βάρους, ξεχωρίζοντας το από τη μάζα μέσω πρακτικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν ζυγαριές και δυναμόμετρα. Οι φοιτητές μετρούν τη μάζα σε κιλά και το βάρος σε Newton, αναγνωρίζοντας ότι το βάρος μπορεί να μεταβάλλεται σε διαφορετικούς πλανήτες — ή ακόμα και στη Γη σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη.

Το επόμενο σύνολο δραστηριοτήτων επικεντρώνεται σε πειράματα με αντικείμενα που πέφτουν στη Γη και στη Σελήνη, καθώς και σε παραλλαγές νοητικών πειραμάτων όπου η Γη, η Σελήνη ή ο Ήλιος ακινητοποιούνται στιγμιαία. Αυτές οι ασκήσεις βοηθούν τους φοιτητές να συνειδητοποιήσουν ότι η βαρύτητα δρα παντού στο διάστημα και ευθύνεται όχι μόνο για τον καθορισμό της κατεύθυνσης «πάνω-κάτω» αλλά και για την πρόκληση κίνησης, συμπεριλαμβανομένων των τροχιών των δορυφόρων. Επιπλέον, προβάλλονται σύντομα βίντεο με πτήσεις αεροπλάνων — τόσο από πρόγραμμα του ESA όσο και από ένα μικρό

ιδιωτικό διπλάνο — όπου οι επιβάτες βιώνουν αίσθηση έλλειψης βάρους, δείχνοντας ότι αυτή η κατάσταση συνδέεται με τον τύπο της τροχιάς που ακολουθείται. Στη συνέχεια, οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν προσομοιώσεις στις οποίες η βαρύτητα μπορεί να «απενεργοποιηθεί», επιτρέποντας την παρατήρηση των αντίστοιχων αλλαγών στις τροχιές των δορυφόρων και άλλων ουράνιων σωμάτων. Χρησιμοποιώντας αντικείμενα όπως ένα τσεκούρι, οι φοιτητές αποκτούν μια πρακτική κατανόηση της έννοιας του κέντρου μάζας (βαρύκεντρο), τονίζοντας ότι η Γη και η Σελήνη αποτελούν ένα σύστημα δύο σωμάτων που περιστρέφεται γύρω από αυτό το σημείο. Ένα βίντεο σε αργή κίνηση, που αφορά στη ρίψη ενός τσεκουριού, δείχνει με ζωντανό τρόπο την περιστροφή του γύρω από το κέντρο μάζας του, λειτουργώντας ως μοντέλο για την κίνηση του συστήματος Γης-Σελήνης στο διάστημα. Πρόσθετες προσομοιώσεις σε υπολογιστή αποκαλύπτουν περαιτέρω παραμέτρους αυτής της κίνησης, όπως είναι η σταθερή θέση του κέντρου μάζας στην επιφάνεια της Γης. Τέλος, ζητείται από τους φοιτητές να βελτιώσουν ένα «Στατικό Μοντέλο Παλίρροιας» (Εικόνα 1), ενσωματώνοντας την τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη, επιτυγχάνοντας έτσι μια πιο ρεαλιστική και ολοκληρωμένη κατανόηση αυτού του φαινομένου.

Εικόνα 1: Στατικό Μοντέλο Παλίρροιας



Αποτελέσματα

Από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των φοιτητών/τριών ως προς την αλληλεπίδραση Γης – Σελήνης προκύπτει ότι η πλειοψηφία αναγνωρίζει τον ρόλο που παίζει η Σελήνη, μέσω της βαρύτητας, στο φαινόμενο της παλίρροιας. Λιγότεροι, όμως, μιλούν και για τον ρόλο του Ήλιου στο θέμα αυτό. Εντούτοις, φαίνεται ότι υπάρχουν αυξημένες δυσκολίες στο να αντιληφθούν πού υπάρχει η βαρύτητα και ποια η κατεύθυνσή της. Έτσι, για την πλειοψηφία η βαρύτητα κάνει αισθητή την παρουσία της στη Γη, επιδρά στη Σελήνη, αλλά φαίνεται να μην υπάρχει στο μεταξύ τους διάστημα. Αυτό, ίσως είναι απόρροια εικόνων ή βίντεο αστροναυτών που αιωρούνται σε διαστημόπλοια που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Στο γνωστό νοητικό πείραμα, όπου ανοίγεται ένα τούνελ από τη μια πλευρά της Γης ως την άλλη που περνάει από το κέντρο της και αφήνεται μέσα μια μπάλα να πέσει, υπήρχε διαφοροποίηση των απαντήσεών τους για το τι θα συμβεί, αν το τούνελ ένωνε τους δύο πόλους ή δύο διαμετρικώς αντίθετα σημεία στον ισημερινό. Συναφή αποτελέσματα υπήρξαν κι όταν ζητήθηκε να καθοριστεί η διεύθυνση πάνω – κάτω στη Γη και στο διάστημα, όπου σε όλους/ες, τουλάχιστον στην αρχή, ήταν ασαφές το κριτήριο που χρησιμοποιούνταν.

Τέλος, όλοι οι συμμετέχοντες αγνοούσαν ότι δεν κινείται απλά η Σελήνη γύρω από τη Γη, αλλά μαζί ως σύστημα περιστρέφονται γύρω από το κοινό τους κέντρο μάζας που βρίσκεται πάνω στη Γη. Σε συμφωνία με το προηγούμενο, όλοι/ες οι φοιτητές/τριες δεν είχαν αντιληφθεί το ρόλο που παίζει η αναλογία μάζας μεταξύ Γης – Σελήνης στο είδος της κίνησης που τελικά κάνουν.

Συμπεράσματα

Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε στη διδασκαλία της βαρύτητας και της αναγνώρισης των βασικών χαρακτηριστικών του Συστήματος Γης – Σελήνης εστίασε στην προοδευτική μετατόπιση των φοιτητών/τριών από απλουστευμένα, εναλλακτικά μοντέλα, σε πιο ολοκληρωμένα και επιστημονικά συμβατά ως προς την κατανόηση της παλίσρροιας και των υποκείμενων εννοιών και φαινομένων. Μέσα από πειράματα, νοητικά σενάρια, κινούμενα γραφικά, βίντεο και λογισμικά προσομοίωσης οι συμμετέχοντες/ουσες σταδιακά αναγνώρισαν τις διαφορές βάρους – μάζας και ότι η βαρύτητα είναι δύναμη ελκτική, δρα από απόσταση, εξαρτάται από τη μάζα και την απόστασή των σωμάτων και δεν μηδενίζεται στο μεσοδιάστημα Γης - Σελήνης. Επιπλέον, κατανόησαν ότι η Γη και η Σελήνη δεν κινούνται ανεξάρτητα, αλλά συνιστούν ένα δυναμικό σύστημα δύο σωμάτων που περιστρέφεται γύρω από το κοινό τους κέντρο μάζας.

Η προσεκτική διαδοχή των σχεδιασμένων δραστηριοτήτων και η σταδιακή εισαγωγή εννοιών και πειραματικών δεδομένων επέτρεψαν στους/στις φοιτητές/τριες να αναστοχαστούν πάνω σε κυρίαρχες κοινές πεποιθήσεις (όπως ότι στο διάστημα δεν υπάρχει βαρύτητα ή ότι η Σελήνη κινείται γύρω από τη Γη), να αναγνωρίσουν και να αναθεωρήσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες και τελικά να προσεγγίσουν τα αίτια της ταυτόχρονης εμφάνισης δύο παλιρροϊκών διογκώσεων που αποτελεί κομβικό σημείο στην τελική εξήγηση του συγκεκριμένου φαινομένου. Η σύνδεση της βαρύτητας με ποικίλα φαινόμενα (πτώση σωμάτων, αίσθηση πάνω-κάτω, τροχιές ουράνιων σωμάτων) και η βελτίωση του υπάρχοντος «Στατικού Μοντέλου της Παλίσρροιας» με την ενσωμάτωση της δυναμικής κίνησης της Σελήνης γύρω από τη Γη, προσέφεραν μια ολιστική θεώρηση, λειτουργώντας ως γέφυρα για μια επιστημονικά συμβατή εννοιολογική κατανόηση (Ταμπάκης & Ασημόπουλος, 2021). Με τον τρόπο αυτό, η διδασκαλία της παλίσρροιας αναδεικνύεται όχι μόνο σε φαινόμενο – οδηγό για την κατανόηση της βαρύτητας και της κίνησης ουράνιων σωμάτων, αλλά και ως εργαλείο ενδυνάμωσης της εννοιολογικής και κριτικής σκέψης των μελλοντικών δασκάλων.

Βιβλιογραφία

- Ταμπάκης, Π., & Ασημόπουλος, Σ. (2021). Νοητικά μοντέλα υποψήφιων δασκάλων σχετικά με το φαινόμενο της παλίσρροιας 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
- 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>
- Lincoln, Y. (2001). Varieties of validity: Quality in qualitative research. Στο J. Smart, & W. Tierney (Επιμ.): *Higher education: Handbook of theory and research*. New York: Agathon Press. ISBN: 978-0875861326
- Ucar S., Trundle C. & Krissek L. (2011). Inquire – based instruction with archived, online data: An intervention study with preservice teachers. *Research in Science Education*, 41, 261 – 282. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9164-7>