

Μία Διδακτική Παρέμβαση για τους Εξωπλανήτες, από τη Σκοπιά της Φύσης της Επιστήμης

Νικόλαος Βλαχοστέργιος¹, Άννα Κουμαρά² και Αναστάσιος Μολοχίδης³

¹Μεταπτυχιακός Φοιτητής, ²Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ³Αναπληρωτής Καθηγητής,
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
¹*nikolaosvlachostergios@gmail.com*

Περίληψη

Αν και η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης είναι ένα θέμα που η σημασία του έχει τονιστεί από πολλές μελέτες, δεν έχει ενταχθεί μέσα στα προγράμματα σπουδών. Στόχος αυτής της εργασίας έχει να μελετηθεί κατά πόσο μία σειρά διδακτικών παρεμβάσεων αστρονομίας μπορεί να επηρεάσει τις απόψεις των μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης. Η σειρά διδακτικών παρεμβάσεων περιλαμβάνει το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης, την απόκρυψη του Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona και καταλήγει στην ανίχνευση των εξωπλανητών μέσω της μεθόδου της διάβασης. Τα αποτελέσματα αναμένεται να αναδείξουν την αποτελεσματικότητα της σειράς καθώς και νέους τρόπους για να βελτιωθεί.

Λέξεις κλειδιά: διάβαση της Αφροδίτης, εξωπλανήτες, φύση της επιστήμης, απόκρυψη

A Didactical Intervention about Exoplanets, from the Standpoint of the Nature of Science

Nikolaos Vlachostergios¹, Anna Koumara² και Anastasios Molohidis³

¹Post Graduate Student, ² Post Doctoral Researcher, ³Associate Professor,
Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology
School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki
¹*nikolaosvlachostergios@gmail.com*

Abstract

Even though understanding the nature of science is a topic that has been highlighted by many studies, it has yet to be incorporated into the school curriculum. Aim of this work is to study if an astronomy series of three didactical interventions can affect students' views about the nature of science. This series is about the Venus transition, the occultation of Betelgeuse from 319 – Leona asteroid and ends with the detection of exoplanets through the transit method. The results of the series are expected to show the efficiency of the series and how it can be improved.

Keywords: exoplanets, nature of science, occultation, Venus transit

Εισαγωγή

Με την ανακάλυψη του πρώτου εξωπλανήτη το 1992 από τους Aleksander Wolszczan και Dale Frail (Dai et al., 2021) ξεκίνησε ένας νέος κλάδος στη διαστημική εξερεύνηση, η ανακάλυψη των εξωπλανητών.

Εξωπλανήτες ονομάζονται οι πλανήτες έξω από το ηλιακό μας σύστημα, που περιφέρονται γύρω από αστέρια. Οι βασικές μέθοδοι ανίχνευσης των εξωπλανητών είναι η άμεση ανίχνευση (άμεση απεικόνιση) και οι μέθοδοι έμμεσης ανίχνευσης (μέθοδος της διάβασης, αστρομετρία, βαρυτικοί μικροφακοί, ακτινική ταχύτητα, ή μετατόπιση Doppler) (Dai et al., 2021).

Η διάβαση της Αφροδίτης

Το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης αποτέλεσε τον πρώτο επιτυχημένο τρόπο υπολογισμού της απόστασης Γης – Ήλιου. Ο Edmond Halley, πρότεινε ότι δύο παρατηρητές που βρίσκονται σε δύο διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη που απέχουν πολύ το ένα από το άλλο, γίνεται, παρατηρώντας σε διαφορετικές θέσεις την Αφροδίτη πάνω στον ηλιακό δίσκο, να μετρήσουν τη γωνία της παράλλαξης να υπολογίσουν την απόσταση Γης – Ήλιου (Dick, 2004).

Η απόκρυψη του Betelgeuse

Στις 12 Δεκεμβρίου του 2023, ο αστεροειδής 319 – Leona, απέκρυψε τον λαμπρό αστέρα Betelgeuse. Γνωρίζοντας την ακτίνα και την απόσταση με ένα αρκετά μεγάλο σφάλμα, η απόκρυψη του Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona αποτέλεσε ένα φαινόμενο από το οποίο πολλοί προσπάθησαν να εξάγουν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά σε κάποια από τα χαρακτηριστικά του κόκκινου υπεργίγαντα (Ortiz et al., 2024).

Η φύση της Επιστήμης

Πολλοί ερευνητές στην διδακτική της επιστήμης συγκλίνουν στο ότι η Φύση της Επιστήμης είναι σημαντικό να ενταχθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε όλες τις τάξεις (National Science Teaching Association, 2024). Όμως, δεν υπάρχει συμφωνία σε ενιαίο και αμετάκλητο ορισμό της Φύσης της Επιστήμης (Koumara, 2022). Εμείς αποδεχόμαστε τις όψεις που έχουν προταθεί από τους Lederman et al. (2014):

1. Η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, βασίζεται/ προκύπτει από παρατηρήσεις στον φυσικό κόσμο.
2. Η επιστημονική γνώση είναι ερμηνεύσιμη (inferential), η παρατήρηση και η ερμηνεία είναι διαφορετικά πράγματα.
3. Η επιστημονική γνώση έχει αντοχή (durable) αλλά όταν εμφανίζονται νέα στοιχεία μπορεί να αλλάξει.
4. Η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία απαιτείται σε όλα τα σημεία της επιστημονικής έρευνας.
5. Αν και η αντικειμενικότητα είναι ο στόχος, η υποκειμενικότητα μεταξύ των επιστημόνων είναι αναπόφευκτη, και προέρχεται από τις προσωπικές πεποιθήσεις των επιστημόνων, την προηγούμενη γνώση, εκπαίδευση, προσδοκίες κλπ.
6. Η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό, επηρεάζει και επηρεάζεται από κοινωνικές, τεχνολογικές, οικονομικές, φιλοσοφικές, θρησκευτικές κλπ παραμέτρους που οφείλονται στην ιστορία και γεωγραφία της κάθε περιοχής.
7. Οι επιστημονικοί νόμοι είναι διαφορετικοί από τις επιστημονικές θεωρίες.

Στην Ελλάδα το εκπαιδευτικό σύστημα δεν είναι προσανατολισμένο στην διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης, οι στόχοι του προγράμματος σπουδών δεν την συμπεριλαμβάνουν, όπως και τα σχολικά εγχειρίδια, μπορεί να περιέχουν κάποιες αναφορές, στην Ιστορία κυρίως της Φυσικής, χωρίς όμως προτάσεις αξιοποίησής τους στη διδασκαλία. Οπότε ο όρος η Φύση της Επιστήμης ή οτιδήποτε άλλο συναφές δεν αναφέρεται πουθενά (Koumara, 2022).

Στόχος λοιπόν αυτής της εργασίας είναι, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων πάνω στην έννοια των εξωπλανητών και την ανάδειξη της φύσης της επιστήμης. Η καινοτομία και μία από τις δυσκολίες του σχεδιασμού και της υλοποίησης της διδακτικής παρέμβασης έγκειται στην προσπάθεια εμπλοκής αστρονομικών φαινομένων που δεν υπάρχουν στη βιβλιογραφία της διδακτικής των φυσικών επιστημών, όπως είναι η απόκρυψη του Betelgeuse και η διάβαση της Αφροδίτης. Τέλος, η βασική διαφοροποίηση αυτής της εργασίας από άλλες διδακτικές προτάσεις είναι η σύνδεση των παραπάνω αστρονομικών φαινομένων και των εξωπλανητών με τη φύση της Επιστήμης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα τα οποία έχουν τεθεί είναι:

1. Ποια είναι η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στους μαθητές όσον αφορά στην κατανόηση των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων και των φαινομένων που αυτά δημιουργούν, π.χ. διάβαση της Αφροδίτης, η απόκρυψη του Betelgeuse και η ανίχνευση των εξωπλανητών μέσω του φαινομένου της διάβασης.

2. Ποια είναι η επίδραση που μπορεί να έχει μία διδακτική παρέμβαση στην κατανόηση των όψεων της φύσης της Επιστήμης μέσω της συζήτησης και της επιχειρηματολογίας με αφορμή τη μελέτη διαφόρων αστρονομικών φαινομένων.

Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση αποτελείται από τρεις δίωρες διδακτικές παρεμβάσεις, οι οποίες αναμένεται να εφαρμοστούν σε έναν σχολικό όμιλο αστρονομίας λυκείου. Σε κάθε διδακτική παρέμβαση εισάγεται σταδιακά και μία νέα όψη της φύσης της επιστήμης.

Από τις επτά όψεις της φύσης της Επιστήμης εισάγονται οι εξής: (1) η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, βασίζεται/ προκύπτει από παρατηρήσεις στον φυσικό κόσμο, (2) η επιστημονική γνώση είναι ερμηνεύσιμη (inferential) - η παρατήρηση και η ερμηνεία είναι διαφορετικά πράγματα, (4) η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία απαιτείται σε όλα τα σημεία της επιστημονικής έρευνας, (5) η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό.

Η πρώτη διδακτική παρέμβαση, έχει ως στόχο την εμπλοκή των μαθητών με το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης και τη σύνδεσή του με τον υπολογισμό της απόστασης της Γης και του Ήλιου. Στην διδακτική παρέμβαση, αντιπαραβάλλονται δύο διαφορετικές εποχές. Από τη μία, του αρχαίου φιλόσοφου Αρίσταρχου, ο οποίος προσπάθησε να υπολογίσει την απόσταση Γης – Ήλιου μέσα από το φαινόμενο των φάσεων της Σελήνης (Metz, 2009), και από την άλλη, του Edmond Halley, ο οποίος έκανε τον ίδιο υπολογισμό αξιοποιώντας το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης. Σε αυτή την διδακτική παρέμβαση, οι μαθήτριες συζητάν και εξερευνούν τις όψεις της Φύσης της Επιστήμης (1) και (4).

Η δεύτερη διδακτική παρέμβαση, αναφέρεται στο φαινόμενο της απόκρυψης του αστέρα Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona. Σε αυτό, εξερευνάται το φαινόμενο της απόκρυψης, μέσω της μελέτης διαγραμμάτων φωτεινότητας – χρόνου, καθώς και τι ερμηνείες/ αποτελέσματα παίρνει ένας επιστήμονας από ένα τέτοιο διάγραμμα. Στη συνέχεια, δίνονται διαδοχικά στις μαθήτριες δύο διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου. Το πρώτο, αντιστοιχεί στην περίοδο της «Μεγάλης Πτώσης» του Betelgeuse, ενώ το δεύτερο στην ανακάλυψη των δακτυλίων του Ουρανού. Οι μαθητές τα μελετούν και προσπαθούν να τα ερμηνεύσουν διατυπώνοντας, για αρχή τις δικιές τους σκέψεις. Έπειτα, από συζήτηση στην ολομέλεια δίνεται η επιστημονικά ορθή απάντηση. Σ' αυτήν την διδακτική παρέμβαση, αποτελεί αφορμή για να συζητηθούν οι όψεις της φύσης της Επιστήμης (2) και (4).

Η τρίτη διδακτική παρέμβαση, πραγματεύεται τους εξωπλανήτες όπου οι μαθητές αξιοποιούν πραγματικά δεδομένα για τον εξωπλανήτη WASP – 33 b. Με καθοδήγηση και χρησιμοποιώντας την μέθοδο της διάβασης, υπολογίζουν την ακτίνα και έπειτα την πυκνότητα του εξωπλανήτη (έχοντας γνωστή τη μάζα) προσπαθώντας τελικά να

καταλήξουν στην κατηγοριοποίησή του. Έπειτα, οι μαθήτριες πρέπει να αποφασίσουν αν ο παραπάνω εξωπλανήτης θα μπορούσε να αποτελέσει έναν ασφαλή προορισμό για μία ανθρώπινη αποικία ή όχι. Στην τελευταία αυτή διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συζητήσουν πάνω στις όψεις της Φύσης της Επιστήμης (4) και (5).

Αποτελέσματα

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιείται αυτήν την περίοδο και στο συνέδριο θα ανακοινωθούν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα. Αυτά αναφέρονται, στο κατά πόσο μία σειρά αστρονομικών φαινομένων μπορεί να επιφέρει αλλαγές στις αντιλήψεις των μαθητριών για το ποια είναι η φύση της επιστήμης, και αν μπορεί να δώσει στους μαθητές να κατανοήσουν τα νέα για αυτούς αστρονομικά φαινόμενα, όπως η διάβαση της Αφροδίτης, η απόκρυψη του Betelgeuse και η μέθοδος της διάβασης στους εξωπλανήτες.

Συμπεράσματα

Θέματα όπως οι εξωπλανήτες έχει βρεθεί πως προσφέρονται για την εισαγωγή θεμάτων αστρονομίας στο σχολείο, καθώς ερωτήματα όπως η πιθανότητα ζωής έξω από το ηλιακό σύστημα φαίνεται να είναι από τα πιο ενδιαφέροντα επιστημονικά θέματα για όλους τους μαθητές/τριες (Vieyra & Lopez, 2023). Επίσης, η καινοτομία της σειράς όσον αφορά στην εισαγωγή φαινομένων που δεν έχουν εξεταστεί από άλλες έρευνες, όπως η απόκρυψη του Betelgeuse, το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης της επιτρέπει να έχει μία πρώτη ματιά πάνω σε αυτά τα άγνωστα για πολλούς αστρονομικά φαινόμενα και κατά πόσο αυτά θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη γνώση και την κατανόηση των μαθητών σε αστρονομικό και επιστημολογικό επίπεδο.

Βιβλιογραφία

- Dai, Z., Ni, D., Pan, L., & Zhu, Y. (2021). Five methods of exoplanet detection. *Journal of Physics: Conference Series*, 2012, 012135. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2012/1/012135>
- Dick, S. J. (2004). The transit of Venus. *Scientific American*, 290(5), 98-105. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26047720>
- Koumara, A. (2022). History of pressure implemented in a Nature of Science Professional Development Program for science teachers. *Science & Education*, 33(3), 517-550. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-022-00401-8>
- Lederman, N., Antink, A., Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientific Literate Citizenry, *Science & Education*, 23(2), pp. 285-302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Metz, D. (2009). William Wales and the 1769 transit of Venus: puzzle solving and the determination of the astronomical unit. *Science & Education*, 18, 581-592. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9073-3>
- National Science Teaching Association. (2024). Nature of Science. <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- Ortiz L., Kretlow M., Schnabel C., Moralese N. et al. (2024). The stellar occultation by (319) Leona on 2023 September 13 in preparation for the occultation of Betelgeuse. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 528(1), L139-L145. <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slad179>
- Vieyra, R. E., & Lopez, R. (2023). Physics in a Space Science Context: Learning Sequences to Teach Electromagnetic Waves and Fields. *The Physics Teacher*, 61(5), 364-367. <https://doi.org/10.1119/5.0094223>