

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

¹ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία»

^{2,3}Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & 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 μαθημάτων αστρονομίας μπορεί να επηρεάσει τις απόψεις των μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης. Η διδακτική παρέμβαση 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. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται η δομή της διδακτικής παρέμβασης καθώς επίσης και κάποια πρώτα αποτελέσματα από μία πρώτη πιλοτική εφαρμογή της σε παιδιά Δημοτικού.

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

A Didactical Intervention on Exoplanets from the Perspective of the Nature of Science

Nikolaos Vlachostergios¹, Anna Koumara² and Anastasios Molohidis³

¹PGS “Didactics of Physics and Educational Technology”,

²Post Doctoral Researcher, ³Associate Professor

^{2,3}Laboratory of Didactics of Physics & Educational Technology,

School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

¹*nikolaosvlachostergios@gmail.com*

Abstract

Although the importance of understanding the nature of science has been emphasized by numerous studies, it has not yet been effectively integrated into the school curriculum. The purpose of this study is to investigate whether a didactical intervention of astronomy lessons can influence students' conceptions of the nature of science. The intervention explores the Venus transit, the occultation of Betelgeuse by the asteroid 319 – Leona, and concludes with the detection of exoplanets using the transit method. This paper presents the structure of the lesson series along with the findings from a preliminary implementation conducted with elementary school students.

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

Εισαγωγή

Το ερώτημα κατά πόσο οι άνθρωποι είμαστε μόνοι μας στο σύμπαν, απασχολούσε από τα αρχαία χρόνια τους φιλοσόφους, όπως τον Δημόκριτο και πολλούς άλλους (Lena, 2020). 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 και το ερώτημα επανήλθε πλέον στην καθημερινότητά μας.

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). Αξιοποιώντας αυτές τις τεχνικές και άλλες, έχουν ανιχνευθεί μέχρι σήμερα πάνω από 5000 εξωπλανήτες (Tanner, 2023)

Η απόκρυψη του Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona

Η απόκρυψη άστρου από αστεροειδή είναι πολύ συχνό φαινόμενο, αλλά η απόκρυψη του Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona ήταν εξαιρετικά σημαντική και μοναδική. Η συγκεκριμένη απόκρυψη αποτέλεσε μία εξαιρετική ευκαιρία να αναλυθεί η διάμετρος και η κατανομή της φωτεινότητας στην φωτόσφαιρα του Betelgeuse μελετώντας την καμπύλη φωτός, καθώς ο αστεροειδής βαθμιαία απέκρυπτε το αστέρι, όπως καταγράφηκε σε διαφορετικά μέρη της Γης και σε διαφορετικά μήκη κύματος (Ortiz et al., 2024 · Sigismondi, 2023).

Απόκρυψη ονομάζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο ένα ουράνιο σώμα, παρεμβάλλεται ανάμεσα στη Γη και ένα άλλο ουράνιο σώμα. Στην προκειμένη περίπτωση, ανάμεσα στη Γη και τον αστέρα Betelgeuse παρεμβάλλεται ένας αστεροειδής, ο 319 – Leona. Κατά τη διέλευση του αστεροειδή μπροστά από τον αστέρα, ο Betelgeuse αποκρύπτεται ολικώς ή μερικώς ανάλογα με το φαινόμενο μέγεθος του αστεροειδή και του Betelgeuse στον ουρανό, όπως αυτά φαίνονται από τη Γη.

Ο υπολογισμός της απόστασης Γης – Ήλιου

Η διάβαση της Αφροδίτης ήταν το φαινόμενο που προτάθηκε το 1717 από τον Edmond Halley μέσω του οποίου θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της απόστασης Γης - Ήλιου. Η δημοσίευση του Halley όπου περιέγραφε την παραπάνω μέθοδο αρχικά ήταν γραμμένη στα Λατινικά, όμως μεταφράστηκε από τον James Ferguson (Browne, 2005).

Διάβαση της Αφροδίτης ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο ο πλανήτης Αφροδίτη, φαίνεται από έναν παρατηρητή στη Γη να διασχίζει τον ηλιακό δίσκο. Το φαινόμενο της διάβασης μπορούν να το εμφανίσουν μόνο οι εσωτερικοί για τη Γη πλανήτες, δηλαδή ο Ερμής κι η Αφροδίτη. Οι διαβάσεις του Ερμή γίνονται συχνά, 13 φορές τον αιώνα. Η διάβαση της Αφροδίτης από την άλλη, είναι ένα πολύ πιο σπάνιο φαινόμενο καθώς συμβαίνει ένα ζεύγος διαβάσεων με οχτώ χρόνια διαφορά η μία από την άλλη και το επόμενο ζεύγος διαβάσεων θα συμβεί μετά από εκατό χρόνια (Simaan, 2004).

Η Φύση της Επιστήμης

Πολλοί ερευνητές στην διδακτική των φυσικών επιστημών 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, 2024). Στην παρούσα εργασία 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, επηρεάζεται και επηρεάζει 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 (Κουμαρά, 2024).

Στόχος λοιπόν αυτής της εργασίας είναι, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων πάνω στην έννοια των εξωπλανητών με την ταυτόχρονη ανάδειξη της Φύσης της Επιστήμης.

Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση έχει ως στόχο μέσω της διερεύνησης αστρονομικών φαινομένων, να εισαχθούν και να συζητηθούν όψεις της Φύσης της Επιστήμης, από τους μαθητές. Η διδακτική παρέμβαση αποτελείται από τρία δίωρα μαθήματα τα οποία αναμένεται να εφαρμοστούν σε έναν σχολικό όμιλο αστρονομίας σε παιδιά δημοτικού. Στη σειρά σε κάθε μάθημα εισάγεται σταδιακά και μία νέα όψη της επιστήμης.

Οι όψεις της επιστήμης που εισάγονται είναι ότι (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.

Το πρώτο μάθημα, 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. Στο μάθημα, αντιπαραβάλλονται δύο διαφορετικές εποχές: του αρχαίου φιλόσοφου Αρίσταρχου, ο οποίος προσπάθησε να υπολογίσει την απόσταση Γης – Ήλιου μέσα από το φαινόμενο των φάσεων της Σελήνης (Metz, 2009), και του Edmond Halley, ο οποίος έκανε τον ίδιο υπολογισμό αξιοποιώντας το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης. Σε αυτό το μάθημα, οι μαθήτριες/τές συζητάνε και εξερευνούν τις όψεις της Φύσης της Επιστήμης (1) και (4).

Το δεύτερο μάθημα, αναφέρεται στο φαινόμενο της απόκρυψης του αστέρα Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona το οποίο έλαβε χώρα στις 12 Δεκεμβρίου του 2023. Σε αυτό, εξερευνείται το φαινόμενο της απόκρυψης μέσω μιας προσομοίωσης. Στην προσομοίωση οι μαθητές πειραματίζονται, μεταβάλλοντας τα σχετικά μεγέθη αστεριού και αστεροειδή που προκαλεί την απόκρυψη, πώς ένα διάγραμμα φωτεινότητας – χρόνου μπορεί να δώσει πληροφορίες για το αστέρι ή για τον αστεροειδή. Το μάθημα αυτό, αποτελεί αφορμή για να συζητηθούν οι όψεις της Επιστήμης (2) και (4).

Τέλος, η σειρά καταλήγει στους εξωπλανήτες τι είναι, πώς ξέρουμε για αυτούς και πώς τους ανιχνεύουμε μέσω της μεθόδου της διάβασης. Μελετώντας τα διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου βλέπουμε ποιοτικά πώς μπορεί κάποιος να γνωρίζει το μέγεθος του εξωπλανήτη και την απόσταση μεταξύ Γης – Ήλιου. Τέλος, δίνεται μία ιστορία στους μαθητές, όπου η ανθρωπότητα θέλει να μετοικήσει σε έναν άλλο πλανήτη σε άλλο αστρικό σύστημα. Στη συνέχεια οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν από 4 διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου, σε ποιο από αυτά θα μπορούσε να υπάρχει ένας ασφαλής

προορισμός για μία ανθρώπινη αποικία ή όχι. Στο τελευταίο αυτό μάθημα, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συζητήσουν πάνω στις όψεις της Φύσης της Επιστήμης (4) και (5).

Η δομή των φύλλων εργασίας βασίζεται στην εξερεύνηση των εργαλείων και των φαινομένων μέσα από μία σειρά δραστηριοτήτων, όπου οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν τα εργαλεία ή τα φαινόμενα στα οποία είναι να εμπλακούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Παραδείγματος χάριν, στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται τα αποσπάσματα 1 και 2 από το φύλλο εργασίας των μαθητών στο δεύτερο μάθημα της απόκρυψης του Betelgeuse από τον αστεροειδή 319 – Leona. Στο απόσπασμα 1 οι μαθητές στην αρχή καλούνται να προβλέψουν τι συμβαίνει στη φωτεινότητα που ανιχνεύουμε από το άστρο όταν ένας αστεροειδής περνάει μπροστά από το αστέρι και στη συνέχεια εξερευνούν το φαινόμενο μέσα από την προσομοίωση. Στόχος είναι εξερευνώντας την προσομοίωση να απαντήσουν και στο ερώτημα που ακολουθεί. Στο απόσπασμα 2, υπάρχει μία δραστηριότητα επέκτασης όπου έχοντας το διάγραμμα φωτεινότητας – χρόνου της περιόδου της «Μεγάλης Πτώσης» του Betelgeuse οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν και να αιτιολογήσουν την επιλογή τους από τις προτεινόμενες απαντήσεις που τους δίνονται.

Στους μαθητές δόθηκαν πριν και μετά από κάθε παρέμβαση από ένα ερωτηματολόγιο. Τα ερωτηματολόγια αποτελούνταν κυρίως από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και κλίμακα Likert.

Εικόνα 1. Αποσπάσματα από το φύλλο εργασίας του Betelgeuse

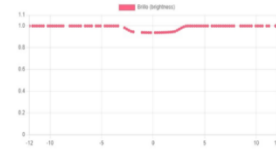
Απόσπασμα 1

Τι συμβαίνει στη φωτεινότητα του άστρου που μελετούμε όταν ένας αστεροειδής περνάει από μπροστά του;

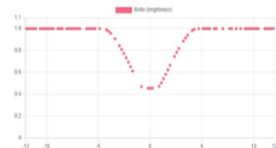
Δραστηριότητα 1^η: (Σταθερό Μέγεθος Αστεριού και Αλλάζουμε Μέγεθος Αστεροειδή)

Σκεφτείτε ένα αστέρι να αποκρύπτεται σε διαφορετικές στιγμές από δύο αστεροειδείς διαφορετικού μεγέθους, έναν μεγαλύτερου μεγέθους αστεροειδή Α1, και έναν μικρότερου μεγέθους αστεροειδή Α2. Από τα δύο παρακάτω διαγράμματα, ποιο πιστεύετε αντιστοιχεί στον αστεροειδή Α1 και ποιο στον Α2;

Αστεροειδής Α1



Αστεροειδής Α2



Απόσπασμα 2

Δραστηριότητα 2^η

Η Μεγάλη Πτώση (The Great Dimming)

Στο παραπάνω γράφημα (Γράφημα 1 στο powerpoint) φαίνεται η φωτεινότητα του αστέρα Betelgeuse σε σχέση με το χρόνο. Κάποια μικρή διακύμανση (όπως αυτή συμβαίνει στα έτη 2011 – 2018), την περιμένουμε έτσι κι αλλιώς γιατί ο Betelgeuse είναι ερυθρός γίγαντας, το οποίο σημαίνει πως η φωτεινότητά του μπορεί να έχει μεταβολές. Αλλά την χρονιά από το 2019 μέχρι και το 2020 παρουσιάστηκε μία απίστευτη μείωση στη φωτεινότητά του και οι επιστήμονες προσπαθούσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο. Με βάση ότι έχετε δει μέχρι στιγμής τι θα λέγατε ότι θα ήταν το αίτιο;

1. Ο Betelgeuse, όντας κοντά στο όριο ζωής του, ετοιμάζεται να εκραγεί.
2. Περνάει ένας αστεροειδής μπροστά από το Betelgeuse με αποτέλεσμα να μειώνεται η φωτεινότητά του.
3. Υπάρχει ένα νέφος σκόνης μπροστά από το Betelgeuse και προκαλεί πτώση της φωτεινότητάς του.
4. Υπάρχει ένας πλανήτης που περιστρέφεται γύρω από το Betelgeuse και προκαλεί σε ίσα και τακτά χρονικά διάστημα πτώση της φωτεινότητάς του.

Αποτελέσματα

Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζονται ενδεικτικά από κάθε παρέμβαση μία ερώτηση από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές, καθώς και οι απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά το μάθημα.

Αστρονομικό περιεχόμενο

Στη διδακτική παρέμβαση συνολικά θίχθηκαν τρεις θεματολογίας με στόχο να χτιστεί η έννοια των εξωπλανητών, η διάβαση της Αφροδίτης, η απόκρυψη του αστέρα Betelgeuse και οι εξωπλανήτες. Οι μαθητές φάνηκε να είχαν ισχυρή εμπλοκή και διάθεση για να μάθουν κατά τη διάρκεια του μαθήματος με όλα τα αστρονομικά, σχολιάζοντας εμπειρίες τους από εικόνες που έχουν από τηλεσκόπια ή πλανητάρια. Η χρήση μικρών δραστηριοτήτων και

παιχνιδιών φαίνεται να ήταν σημαντικές στην παρακίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών και για την κατανόηση φαινομένων και εργαλείων, όπως η απόκρυψη του Betelgeuse και τα διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου αντίστοιχα. Στην Εικόνα 2 παρατίθενται κάποιες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που δόθηκαν στους μαθητές, ενώ στην Εικόνα 3 δίνονται τα αντίστοιχα ραβδογράμματα από τις απαντήσεις τους πριν και μετά το μάθημα.

Εικόνα 2. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, μία για κάθε αστρονομικό φαινόμενο.

Ερώτηση 1

Ο Edmond Halley υπολόγισε την απόσταση Γης-Ήλιου χρησιμοποιώντας το φαινόμενο:

- A. της παράλλαξης
- B. των φάσεων της Σελήνης
- Γ. της περιστροφής της Γης
- Δ. της έκλειψης Ηλίου

Ερώτηση 3

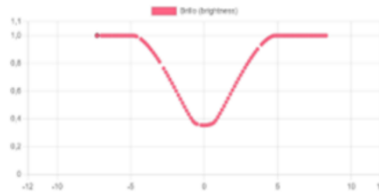
Τι είναι ένας εξωπλανήτης;

- A. Ένας πλανήτης που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο;
- B. Ο πλανήτης Άρης, στον οποίο γίνονται έρευνες για το αν υπάρχει ζωή.
- Γ. Ένας πλανήτης που περιφέρεται γύρω από ένα άστρο, αλλά όχι γύρω από τον Ήλιο.
- Δ. Οι αστεροειδείς οι οποίοι υπάρχουν στο ηλιακό μας σύστημα.

Ερώτηση 2

Δύο αστεροειδείς περνάνε μπροστά από τον ίδιο αστέρα και στην ίδια απόσταση από αυτόν. Ο αστεροειδής A1 έχει μεγαλύτερο μέγεθος από τον αστεροειδή A2. Επιλέξτε ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα αντιστοιχεί στον αστεροειδή A1 και ποιο στον αστεροειδή A2;

Αστεροειδής A1



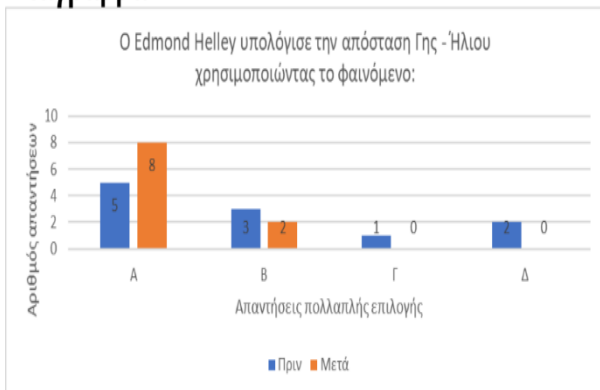
Αστεροειδής A2



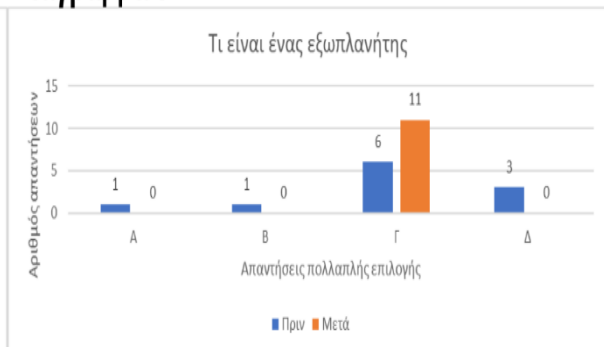
Σημείωση: Η ερώτηση 1 αντιστοιχεί στο μάθημα της διάβασης της Αφροδίτης, η ερώτηση 2 στο μάθημα της απόκρυψης του Betelgeuse, ενώ η ερώτηση 3 στο μάθημα των εξωπλανητών

Εικόνα 3. Διαγράμματα με τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις της εικόνας 1, πριν και μετά από κάθε μάθημα.

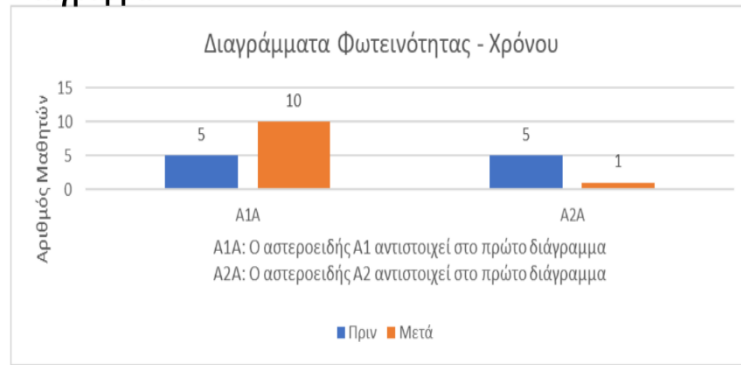
Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 3



Διάγραμμα 2



Σημείωση: Το διάγραμμα 1 αντιστοιχεί στην ερώτηση 1, το διάγραμμα 2 στην ερώτηση 2 και το διάγραμμα 3 αντιστοιχεί στην ερώτηση 3

Η Φύση της Επιστήμης

Στο τομέα της Φύσης της Επιστήμης δόθηκαν επίσης ερωτηματολόγια. Παρακάτω, στην Εικόνα 4, παρουσιάζεται μία ερώτηση σε κλίμακα Likert από κάθε όψη της Φύσης της Επιστήμης που αναφέρθηκε στην εργασία. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μαθητές δεν ενεπλάκησαν το ίδιο με όλες τις όψεις της Φύσης της Επιστήμης που παρουσιάζονται. Στα μαθήματα οι όψεις της Φύσης της Επιστήμης εισήχθησαν με την εξής σειρά: (1) στο πρώτο μάθημα οι όψεις ότι η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική και ότι η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία είναι απαραίτητη σε όλα τα στάδια της επιστημονικής έρευνας, (2) στο δεύτερο μάθημα προστέθηκε η όψη ότι η επιστημονική γνώση είναι ερμηνεύσιμη, ενώ στο τέλος (3) οι μαθητές ενεπλάκησαν στην συζήτηση για την ενσωμάτωση και της σχέση της επιστημονικής γνώσης με τον πολιτισμό και την κοινωνία.

Αυτό σημαίνει πως οι μαθητές δεν εξοικειώθηκαν το ίδιο με όλες τις όψεις της Φύσης της Επιστήμης που θίγονται σ' αυτή την εργασία. Στα διαγράμματα της εικόνας 4, παρουσιάζονται οι απαντήσεις πριν και μετά από όλη τη διδακτική παρέμβαση, έτσι για τις όψεις (1) και (3) είναι οι απαντήσεις των μαθητών πριν το πρώτο μάθημα και στο τέλος του τρίτου, για την όψη (2) είναι οι απαντήσεις των μαθητών πριν το δεύτερο μάθημα και στο τέλος του τρίτου, ενώ για την όψη (5) είναι οι απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά το τρίτο μάθημα.

Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης φάνηκε πως οι μαθητές κατάφεραν να περάσουν και με τη βοήθεια του καθηγητή και των φύλλων εργασίας από την εξερεύνηση των αστρονομικών φαινομένων στην συζήτηση και την αναζήτηση των όψεων της Φύσης της Επιστήμης. Τέθηκαν ερωτήσεις καθώς και υπήρξαν και διαφωνίες ως προς τα ποια είναι τα χαρακτηριστικά της επιστήμης, ξεκινώντας από τις εμπειρίες και τις γνώσεις τις δικές τους και των ανθρώπων γύρω τους, π.χ. της οικογένειάς τους, και φτάνοντας μέχρι και σε προσωπικές διαπιστώσεις όπως το ότι αν η ερμηνεία μιας παρατήρησης εξαρτιόταν μόνο από την εμπειρία τότε όλοι θα είχαμε τις ίδιες ερμηνείες. Παρόλο την καλή διάθεση και την προσπάθεια των μαθητών οι αλλαγές στην κατανόηση των όψεων της Φύσης της Επιστήμης δεν είναι το ίδιο έντονες όπως στα αστρονομικά φαινόμενα.

Εικόνα 4. Ερωτήσεις από τα ερωτηματολόγια των μαθητών πάνω στις υπό εξέταση όψεις της Φύσης της Επιστήμης.

Ερώτηση 4

Δ. Οι επιστήμονες μπορεί να δίνουν διαφορετικές ερμηνείες βασισμένοι στις ίδιες παρατηρήσεις.



Ερώτηση 5

Χρειάζονται οι επιστήμονες δημιουργικότητα και φαντασία όταν ασκούν την επιστήμη τους;

Α. Ναι, οι επιστήμονες χρειάζονται δημιουργικότητα και φαντασία για να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν πειράματα.



Ερώτηση 6

Η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική;

Α. Η επιστημονική γνώση βασίζεται αποκλειστικά στην παρατήρηση.



Ερώτηση 7

Α. Η επιστημονική έρευνα δεν επηρεάζεται από την κοινωνία και τον πολιτισμό, γιατί οι επιστήμονες είναι εκπαιδευμένοι να διεξάγουν «αγνές», μη προκατειλημμένες μελέτες.



Σημείωση: Η ερώτηση 4 είναι μία από τις ερωτήσεις όψη (2), η ερώτηση 5 αναφέρεται στην όψη (3), η ερώτηση 6 στην όψη (1), ενώ η ερώτηση 7 στην όψη (5)

Εικόνα 5. Διαγράμματα πάνω στις ερωτήσεις της Φύσης της Επιστήμης της Εικόνας 4 και στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

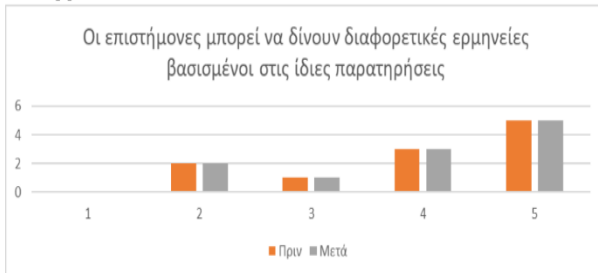
Διάγραμμα 4



Διάγραμμα 5



Διάγραμμα 6



Διάγραμμα 7



Σημείωση: Το διάγραμμα 4 αναφέρεται στην ερώτηση 6 και στην όψη (2), το διάγραμμα 5 αναφέρεται στην ερώτηση 5 και στην όψη (3), το διάγραμμα 6 αναφέρεται στην ερώτηση 4 και στην όψη (1), ενώ τέλος το διάγραμμα 7 αναφέρεται στην ερώτηση 7 και στην όψη (5)

Συμπεράσματα

Στα πρώτα αυτά αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής φαίνεται πως οι αλλαγές στην κατανόηση των μαθητών πάνω στα αστρονομικά φαινόμενα ήταν πιο έντονες από ότι οι αλλαγές στην κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης. Αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου της ηλικίας των μαθητών που είναι ακόμη στο δημοτικό και δεν έχουν ακόμη διατυπωμένες με σαφήνεια απόψεις πάνω στις όψεις της Φύσης της Επιστήμης. Επίσης, η Φύση της Επιστήμης αναφέρεται σε ιδέες πιο αφαιρετικές, με αποτέλεσμα να χρειάζεται αρκετός χρόνος για να επιτευχθεί κάποια αλλαγή.

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 τόσο για όλους τους μαθητές (Vieyra & Lopez, 2023). Η εργασία θα συνεχιστεί με εφαρμογή σε μαθητές γυμνασίου, όπου πρόκειται να γίνει και η ολοκληρωμένη εφαρμογή και σύνθεσή της.

Βιβλιογραφία

- Browne, L. W. B. (2005). Halley's method for calculating the Earth-Sun distance. *Archive for History of Exact Sciences*, 59(3), 251–266. <https://doi.org/10.1007/s00407-004-0091-8>
- 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>
- Koumara, A. (2024). History of pressure implemented in a nature of science professional development program for science teachers. *Science & Education*, 33(3), 517–550. <https://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), 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Léna, P. (2020). *Astronomy's quest for sharp images. From Blurred Pictures to the Very Large Telescope*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55811-6>
- 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, J. L., Kretlow, M., Schnabel, C., Morales, N., Flores-Martín, J., Sánchez González, M., ... & Rommel, F. L. (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/sladi179>
- Simaan, A. (2004). The transit of Venus across the Sun. *Physics Education*, 39(3), 247–251. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/39/3/001>
- Sigismondi, C. (2023). Detecting the penumbra of Betelgeuse with a diffuse telescope during the Leona occultation. *Gerbertus: International Academic Publication on History of Medieval Science*, 19, 361–366.
- Tanner, A. (2023). Exoplanets: Where shall we go? Στο: Johnson & Roy (Επιμ.), *Interstellar travel* (σελ. 1–28). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91360-7.00010-0>
- 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>