ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Βιβλιογραφική επισκόπηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στη γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων

Μαρία Ιωαννίδου, Αναστάσιος Μολοχίδης

doi: 10.12681/codiste.6888

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 07/12/2025 10:07:09

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ

Μαρία Ιωαννίδου[1], Αναστάσιος Μολοχίδης[2]

[1]Υποψ. Διδ., [2]Αναπλ. Καθ., Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

marioann@auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην σύγχρονη εποχή, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με διάφορους επιστημονικούς όρους Αστροφυσικής μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης και κοινωνικής δικτύωσης, διαμορφώνοντας, συχνά, εναλλακτικές αντιλήψεις για τα σχετικά επιστημονικά θέματα. Υπάρχει, λοιπόν, έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για την διερεύνηση των εναλλακτικών τους αντιλήψεων σε σύγχρονα θέματα Αστροφυσικής και, ειδικότερα, στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων. Στην παρούσα εργασία διεξάγεται μία βιβλιογραφική επισκόπηση των σχετικών επιστημονικών μελετών και επιχειρείται μία ποιοτική ανάλυση των ευρημάτων τους. Ειδικότερα, πέρα από την καταγραφή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη, προσδιορίζεται η συχνότητα εμφάνισής τους, επιχειρείται η ομαδοποίησή τους και καταγράφεται η ηλικία των συμμετεχόντων μαθητών. Η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της παρούσας βιβλιογραφικής επισκόπησης δύναται να συμβάλλει στην ανάπτυξη αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων στην γνωστική περιοχή της αστρικής εξέλιξης.

Λέξεις κλειδιά: Αστροφυσική, Εξέλιξη των αστέρων, Εναλλακτικές αντιλήψεις

LITERATURE REVIEW OF STUDENTS' ALTERNATIVE CONCEPTIONS ON STELLAR EVOLUTION

Maria Ioannidou[1], Anastasios Molochidis[2]

[1]PhD candidate, [2]Assoc. Prof., Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology

School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

marioann@auth.gr

ABSTRACT

Nowadays, students come across with various Astrophysics terms through mass media and social media, often resulting in the formation of alternative conceptions for the relevant scientific topics. Therefore, numerous studies have been focused on investigating students' alternative conceptions related to various Astrophysics topics and, especially, to stellar evolution. In this work, a literature review of these studies is carried out, as well as a qualitative analysis of their findings. More specifically, apart from identifying the variety of students' alternative conceptions on star evolution, this study also focuses on recording how common these conceptions are, as well as on creating clusters of these ideas. Additionally, information related to participants' age is

highlighted. The findings of this literature review may contribute to the development of effective teaching interventions in the domain of stellar evolution.

Keywords: Astrophysics, Stellar Evolution, Alternative Conceptions

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Αστρονομία, μία από τις αρχαιότερες επιστήμες, συνιστά ένα σύγχρονο και ταχύτατα εξελισσόμενο πεδίο έρευνας (Hanslmeier, 2023). Ωστόσο, το ενδιαφέρον για την επιστήμη της Αστρονομίας δεν περιορίζεται μόνο στους ειδικούς του επιστημονικού χώρου. Η θέαση του νυχτερινού ουρανού και οι νέες αστρονομικές εξελίξεις προκαλούν έντονο και γνήσιο ενδιαφέρον σε πολλούς ανθρώπους, μικρούς και μεγάλους (Salimpour et al., 2021). Τα οφέλη που απορρέουν από την ενασχόληση των νέων ανθρώπων με την Αστρονομία είναι πολύπλευρα. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τον Percy (2005), η μελέτη της Αστρονομίας συμβάλλει στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος, γενικότερα, για την επιστημονική γνώση, τις επιστημονικές διαδικασίες και τα επαγγέλματα που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία, καθώς και στην καλλιέργεια της περιβαλλοντικής συνείδησης. Την ίδια στιγμή, η συνειδητοποίηση της θέσης του ανθρώπου στο Σύμπαν, χρονικά και χωρικά, καθιστά την Αστρονομία πηγή έμπνευσης, καλλιτεχνικής έκφρασης, φιλοσοφικών αναζητήσεων και νοηματοδότησης της ζωής.

Η αναγνώριση της εκπαιδευτικής αξίας της Αστρονομίας, έχει συμβάλλει στην σημαντική ανάπτυξη του πεδίου της διδασκαλίας της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής τις τελευταίες δεκαετίες (Lelliott & Rollnick, 2010˙ Silva & Colombo, 2017˙ Waller & Slater, 2011). Αν και το μάθημα της Αστρονομίας διδάσκεται, κυρίως, σε πανεπιστημιακό επίπεδο (Bailey & Lombardi, 2015), σε ορισμένες χώρες, έχουν γίνει προσπάθειες ενσωμάτωσης σχετικών θεματικών ενοτήτων στα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, επισημαίνοντας τις δυσκολίες και τις προκλήσεις του εγχειρήματος (Bailey & Slater, 2003˙ Salimpour et al., 2021). Σε πολλές άλλες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, τα θέματα Αστρονομίας και Αστροφυσικής απουσιάζουν από το αναλυτικό πρόγραμμα (Panou et al., 2019), παραβλέποντας και υποβαθμίζοντας τα μαθησιακά οφέλη που δύνανται να προκύψουν από τη διασύνδεση της Αστρονομίας με το μάθημα Φυσικής που διδάσκεται στο σχολείο (Lavonen et al., 2005˙ Leonardi et al., 2024).

Η απουσία στοιχείων Αστρονομίας και Αστροφυσικής από τα προγράμματα τυπικής εκπαίδευσης πολλών χωρών ή/και η μη αποτελεσματική τους διδασκαλία, σε συνδυασμό με την συχνή έκθεση των μαθητών σε διάφορους επιστημονικούς όρους Αστροφυσικής, όπως οι μαύρες τρύπες και η Μεγάλη Έκρηξη, μέσω της τηλεόρασης, του διαδικτύου και των δημοφιλών μέσων κοινωνικής δικτύωσης και ψυχαγωγίας (Davis et al., 2024), συμβάλλουν στη διαμόρφωση μίας πληθώρας εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές που απέχουν σημαντικά από την επιστημονική γνώση (Colantonio et al., 2021). Πράγματι, αποτελεί κοινή παραδοχή ότι οι μαθητές έρχονται στη διδασκαλία, έχοντας διαμορφώσει ένα πλήθος αντιλήψεων και ερμηνευτικών μοντέλων για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα από μικρή ηλικία (Bransford et al., 1999). Η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων (alternative conceptions) των μαθητών από τον εκπαιδευτικό, είναι καθοριστικής σημασίας για τον σχεδιασμό μίας αποτελεσματικής διδασκαλίας (Bailey et al., 2012), μέσω της οποίας επιτυγχάνονται βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα και καλλιεργείται ο επιστημονικός εγγραμματισμός των μαθητών, η προώθηση του οποίου αποτελεί κεντρικό άξονα των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων και της εκπαιδευτικής πολιτικής σε παγκόσμιο επίπεδο (Schleigh et al., 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων σε θέματα Αστρονομίας και Αστροφυσικής, στην βάση του εποικοδομητικού μοντέλου (Richardson, 2005), πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στην υπό διδασκαλία γνωστική περιοχή. Τις προηγούμενες δεκαετίες, η σχετική επιστημονική έρευνα επικεντρώθηκε στην διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σε παραδοσιακά θέματα Αστρονομίας, όπως είναι οι φάσεις της

Σελήνης, ο κύκλος νύχτας – μέρας, οι κινήσεις της Γης, τα μεγέθη των ουράνιων σωμάτων και οι αποστάσεις στο Σύμπαν (Lelliott & Rollnick, 2010). Τα τελευταία χρόνια, ορισμένες επιστημονικές προσπάθειες έχουν στραφεί και σε πιο σύγχρονα θέματα της Αστροφυσικής (Coble et al., 2012), συμπεριλαμβανομένης και της γνωστικής περιοχής της εξέλιξης των αστέρων (Bitzenbauer et al., 2023).

Στην παρούσα εργασία διεξάγεται μία βιβλιογραφική επισκόπηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων. Η εξέλιξη των αστέρων αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο της Αστροφυσικής που επικεντρώνεται στην μελέτη αστέρων διαφορετικής αρχικής μάζας και στην περιγραφή της διαδικασίας σχηματισμού τους, της παραγωγής ενέργειας στο εσωτερικό τους, των σταδίων εξέλιξης από τα οποία διέρχονται και της κατάληξής τους (Beccari & Carraro, 2014). Η διδασκαλία της αστρικής εξέλιξης αποτελεί κεντρική ενότητα στα εισαγωγικά πανεπιστημιακά μαθήματα αστρονομίας (Bailey, 2006), ενώ, σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, είτε διδάσκεται ανεπαρκώς (Slater et al., 2015), είτε δεν προβλέπεται η διδασκαλία της.

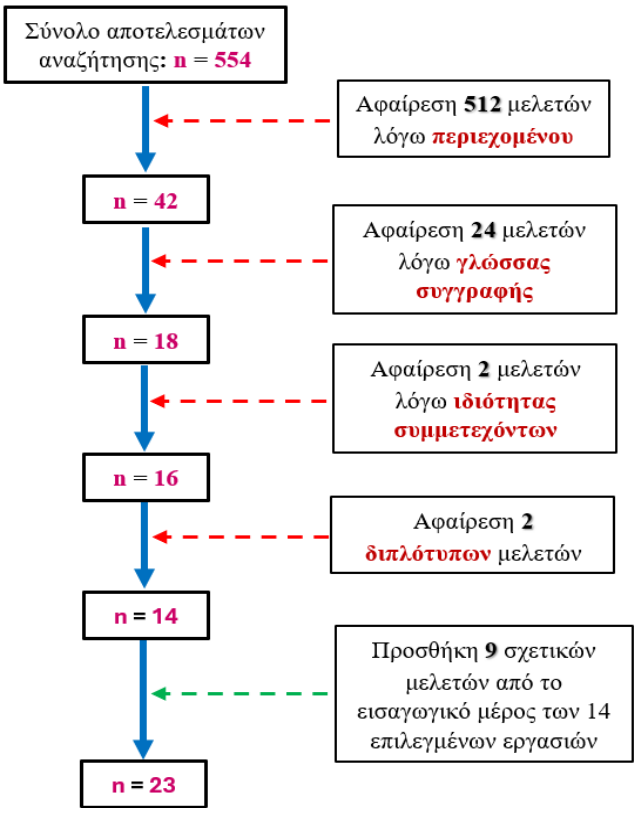
Η συστηματική καταγραφή και μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την εξέλιξη των αστέρων, δύναται να αποτελέσει έναν πολύτιμο οδηγό στη διαδικασία ανάπτυξης αποτελεσματικών παρεμβάσεων για τη διδασκαλία του γνωστικού αυτού αντικειμένου. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στον εντοπισμό και την κριτική ανάλυση των μελετών που συναντώνται στην βιβλιογραφία και διερευνούν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στο γνωστικό πεδίο της εξέλιξης των αστέρων. Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα εξής: 1) Ποιες εναλλακτικές αντιλήψεις διατηρούν οι μαθητές σχετικά με την αστρική εξέλιξη; 2) Με τι συχνότητα εμφανίζονται αυτές οι εναλλακτικές αντιλήψεις; 3) Είναι δυνατή η ομαδοποίηση αυτών των εναλλακτικών αντιλήψεων με βάση το περιεχόμενό τους; και 4) Σε ποιες ηλικιακές ομάδες μαθητών έχουν διερευνηθεί;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κεντρικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική επισκόπηση μελετών που επικεντρώνονται στην διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων και η ποιοτική τους ανάλυση. Για την εξεύρεση επιστημονικών δημοσιεύσεων που σχετίζονται με το εν λόγω θέμα χρησιμοποιήθηκε η ηλεκτρονική βάση δεδομένων Google Scholar. Για την αναζήτηση σχετικών μελετών χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες λέξεις – κλειδιά και εφαρμόστηκαν οι τελεστές Boole. Ενδεικτικά, η αναζήτηση εργασιών στο Google Scholar έγινε με βάση τον εξής αλγόριθμο: (“misconceptions” OR “alternative conceptions” OR “alternative ideas”) AND ("school" OR "college") AND ("star evolution" OR "stellar evolution" OR "evolution of stars"). Για την επιλογή των μελετών, τέθηκαν κριτήρια αποδοχής ως προς το περιεχόμενο, την γλώσσα συγγραφής και την ιδιότητα των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα, αποδεκτές έγιναν οι μελέτες που επικεντρώνονται στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων, έχουν γραφτεί στην αγγλική γλώσσα και διεξάγονται σε δείγματα φοιτητών ή μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Από την παραπάνω αναζήτηση εργασιών προέκυψαν 554 αποτελέσματα. Από την μελέτη και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, 14 εργασίες κρίθηκαν επιλέξιμες και συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα μελέτη (Agan, 2004˙ Aretz et al., 2016˙ Bailey, 2006˙ Bailey et al., 2009˙ Bailey et al., 2012˙ Bektaşlı, 2013˙ Bitzenbauer et al., 2023˙ Colantonio et al., 2018˙ Nolby, 2012˙ Rajpaul et al, 2018˙ Richwine, 2007˙ Simon, 2019˙ Slater et al., 2015˙ Trouille et al., 2013). Αναλυτικότερα, από το σύνολο των ανακτημένων εργασιών, 512 απορρίφθηκαν λόγω μη σχετικού περιεχομένου, 24 λόγω της γλώσσας συγγραφής, 2 λόγω της ιδιότητας του δείγματος (εν ενεργεία εκπαιδευτικοί) και 2 διπλότυπες, όπως αναπαρίσταται σχηματικά στο γράφημα 1. Από την μελέτη του εισαγωγικού μέρους των επιλεγμένων εργασιών, εντοπίστηκαν 9 ακόμη μελέτες με σχετικό περιεχόμενο (Caro et al., 2023˙ Comins, 2001˙ Ezberci-Cevik & Kurnaz, 2021˙ Favia et al., 2014˙ Korur, 2015˙ Prather et al., 2002˙ Sadler, 1992˙ Simonelli & Pilachowski, 2003˙ Wallace et al., 2012), οι

οποίες και συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα επισκόπηση, με τελικό αριθμό επισκοπούμενων εργασιών τις 23. Στον κατάλογο των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων συμπεριλήφθηκαν ιδέες με διακριτό περιεχόμενο. Εναλλακτικές αντιλήψεις με παραπλήσιο περιεχόμενο συγχωνεύτηκαν σε μία. Η ομαδοποίησή τους έγινε, επίσης, με κριτήριο το περιεχόμενό τους. Επιπλέον, αναφορικά με την συχνότητα εμφάνισης κάθε εναλλακτικής ιδέας, αυτή υπολογίστηκε ως το άθροισμα των μελετών, στις οποίες η εκάστοτε εναλλακτική ιδέα καταγράφηκε τουλάχιστον μία φορά.

Γράφημα 1: Διαγραμματική αναπαράσταση της διαδικασίας επιλογής μελετών

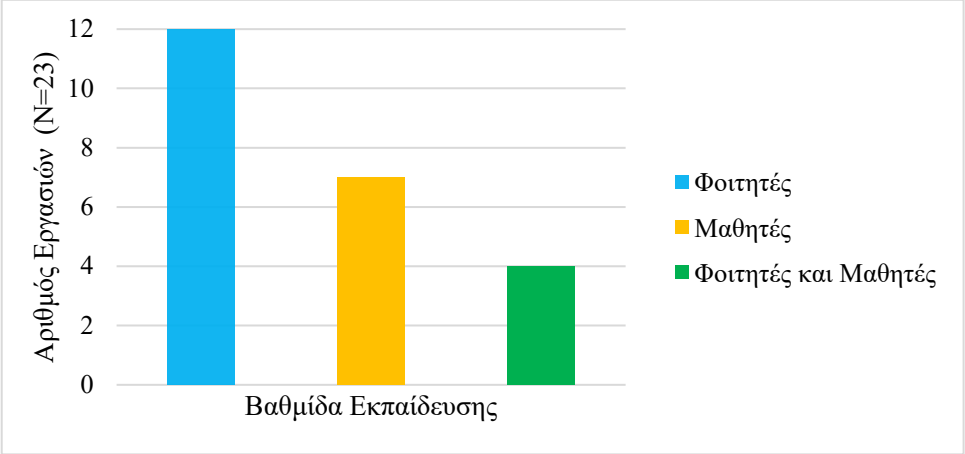


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η κατηγοριοποίηση των επιστημονικών μελετών με βάση την ηλικία των συμμετεχόντων

Η μελέτη των εργασιών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση, κατέδειξε αναφορικά με την ηλικία των συμμετεχόντων μαθητών, ότι η σχετική έρευνα επικεντρώνεται σε ένα αρκετά ευρύ φάσμα ηλικιών, από μαθητές Γυμνασίου - Λυκείου έως και φοιτητές (Γράφημα 2). Στο παρακάτω γράφημα, το πράσινο χρώμα χρησιμοποιείται για τις μελέτες που διεξήχθησαν σε μεικτό δείγμα φοιτητών και μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν βρέθηκε κάποια μελέτη που να διερευνά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη σε μαθητές Δημοτικού, ενδεχομένως, λόγω της δυσκολίας και πολυπλοκότητας του θέματος.

Γράφημα 2: Κατηγοριοποίηση μελετών βάσει της ηλικίας του δείγματος των συμμετεχόντων



Από το παραπάνω γράφημα γίνεται εμφανές ότι η σχετική έρευνα επικεντρώνεται σε δείγματα φοιτητών, κυρίως πρωτοετών. Ωστόσο, αρκετές είναι και οι ερευνητικές προσπάθειες που διεξάγονται σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αναδεικνύοντας το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας να διερευνήσει τον βαθμό της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών μικρότερης ηλικίας σε σχέση με θέματα που άπτονται της αστρικής εξέλιξης, καθώς και να ενθαρρύνει την ανάπτυξη αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων για το εν λόγω γνωστικό αντικείμενο σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

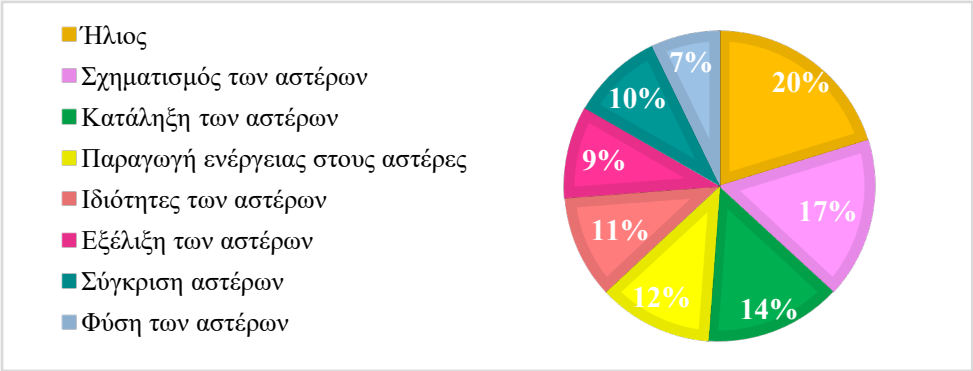
Ο κατάλογος των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών και φοιτητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη

Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση, διαπιστώνεται ότι οι μαθητές και οι φοιτητές διατηρούν ένα σύνολο 84 διακριτών εναλλακτικών αντιλήψεων που εκτείνονται σε όλο το φάσμα της αστρικής εξέλιξης και σχετίζονται τόσο με την φύση και τις ιδιότητες των αστέρων, όσο και με τις διαδικασίες που διέπουν τον σχηματισμό τους, την παραγωγή ενέργειας στο εσωτερικό τους, την πορεία της εξέλιξης και την κατάληξή τους (Παράρτημα). Μία από τις κυρίαρχες εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών είναι ότι ο Ήλιος δεν είναι αστέρας, υποδεικνύοντας ότι αντιλαμβάνονται τον Ήλιο ως ένα διακριτό ουράνιο σώμα. Υπό αυτό το πρίσμα, κρίθηκε σκόπιμη η διάκριση των εναλλακτικών αντιλήψεων που σχετίζονται με τον Ήλιο από τις εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τους αστέρες. Ως αποτέλεσμα, στον κατάλογο των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, σε ορισμένες περιπτώσεις, έχουν συμπεριληφθεί εναλλακτικές αντιλήψεις με κοινό περιεχόμενο που αφορούν, αφενός, γενικά τους αστέρες και, αφετέρου, ειδικότερα, τον Ήλιο, όπως στην παρακάτω περίπτωση: «Ο Ήλιος, στο τέλος της ζωής του, θα γίνει μία μαύρη τρύπα» και «Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, γίνονται μαύρες τρύπες». Ενδεικτικά, ανάμεσα στους παράγοντες που συντελούν στη διαμόρφωση αυτών των εναλλακτικών αντιλήψεων ενδέχεται να συγκαταλέγεται η έντονη ενασχόληση των μαθητών με το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Aretz, 2016), οι διαφορές μεταξύ καθημερινής και επιστημονικής γλώσσας (Bailey et al., 2012), καθώς και η χρήση «παραπλανητικής» ορολογίας από την εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα, χαρακτηριστικό παράδειγμα της οποίας αποτελεί ο όρος «καύση υδρογόνου» που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διαδικασία παραγωγής ενέργειας στους αστέρες (Bailey et al., 2009).

Η ομαδοποίηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη

Βάσει του περιεχομένου των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών διαπιστώθηκε ότι αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε οκτώ ομάδες: 1) Φύση των αστέρων, 2) Ιδιότητες αστέρων, 3) Σύγκριση αστέρων, 4) Ήλιος, 5) Σχηματισμός αστέρων, 6) Παραγωγή ενέργειας στους αστέρες, 7) Εξέλιξη αστέρων και 8) Κατάληξη των αστέρων. Και σε αυτή την περίπτωση, η αντίληψη των μαθητών ότι ο Ήλιος δεν είναι ένας αστέρας, κατέστησε σκόπιμη τη δημιουργία μίας ομάδας με τον όνομα «Ήλιος» που διακρίνεται από την ομάδα «Φύση των Αστέρων», όπου συμπεριλήφθηκε το σύνολο των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών αποκλειστικά σε σχέση με τον Ήλιο (Παράρτημα). Στο γράφημα 3 αναπαρίσταται η ποσοτική κατανομή του συνόλου των εναλλακτικών αντιλήψεων στις διάφορες ομάδες.

Γράφημα 3: Ποσοτική κατανομή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στις οκτώ ομάδες



Διαπιστώνεται ότι η κατηγορία με το μεγαλύτερο πλήθος εναλλακτικών αντιλήψεων είναι η ομάδα «Ήλιος», αναδεικνύοντας ότι οι μαθητές διατηρούν πολυάριθμες και ποικίλες εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τον Ήλιο που αποτελεί τον πλησιέστερο και πιο άμεσα παρατηρήσιμο αστέρα. Αν και γίνεται εμφανές ότι η σχετική έρευνα επικεντρώνεται σημαντικά στην αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών σε σχέση με τον Ήλιο, δεν περιορίζεται μόνο σε αυτή την γνωστική περιοχή, αλλά επιχειρεί να εξερευνήσει τις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με το ευρύ φάσμα της αστρικής εξέλιξης, όπου και αναδεικνύεται ένα πλήθος εναλλακτικών αντιλήψεων.

Οι κυρίαρχες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη

Όπως προαναφέρθηκε, η παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε μία πληθώρα εναλλακτικών αντιλήψεων που διατηρούν οι μαθητές και οι φοιτητές σχετικά με τους αστέρες και τον κύκλο ζωής τους, ορισμένες από τις οποίες συναντώνται με μεγάλη συχνότητα. Στο Γράφημα 4 παρουσιάζονται οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών που καταγράφηκαν σε περισσότερες από τέσσερις μελέτες με σειρά φθίνουσας συχνότητας εμφάνισης στην βιβλιογραφία. Βάσει των ευρημάτων της παρούσας βιβλιογραφικής επισκόπησης, οι δύο συχνότερες εναλλακτικές αντιλήψεις που διατηρούν οι μαθητές στην γνωστική περιοχή της αστρικής εξέλιξης σχετίζονται με τη δημιουργία και τις ιδιότητες των αστέρων. Πιο συγκεκριμένα, ένας μεγάλος αριθμός μαθητών πιστεύει ότι τόσο η ύλη, όσο και τα ουράνια σώματα (αστέρες, πλανήτες) δημιουργήθηκαν κατά την στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης ή ότι η δημιουργία τους προηγήθηκε της Μεγάλης Έκρηξης, ενώ αρκετοί μαθητές υποστηρίζουν ότι όλοι οι αστέρες στο Σύμπαν είναι ίδιοι.

Γράφημα 4: Οι συχνότερες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και φοιτητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη

Στο Γράφημα 4, πέρα από την συχνότητα εμφάνισης των κυρίαρχων εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, καταγράφεται και η πληροφορία της εκπαιδευτικής βαθμίδας των συμμετεχόντων που διατηρούν την εκάστοτε εναλλακτική αντίληψη. Γίνεται εμφανές ότι, σε πολλές περιπτώσεις, οι φοιτητές και οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν κοινές εναλλακτικές ιδέες, όπως οι ακόλουθες: «Ο Ήλιος είναι μία σφαίρα φωτιάς» (Favia et al., 2014˙ Richwine, 2007) ή «Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, θα εκραγούν» (Bailey, 2006˙ Bitzenbauer et al., 2023). Αυτό, ενδεχομένως, να υποδεικνύει ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους αστέρες και την εξέλιξή τους διαμορφώνονται κατά την σχολική τους ζωή, και ελλείψει διδακτικών παρεμβάσεων, αυτές δεν αντιμετωπίζονται με στόχο την εννοιολογική αλλαγή, με αποτέλεσμα να συντηρούνται μέχρι και την εισαγωγή των μαθητών στο πανεπιστήμιο έως και την ενήλικη τους ζωή (Slater et al., 2015).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε ότι οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και, κυρίως, οι πρωτοετείς φοιτητές διατηρούν πολυάριθμες και ποικίλες εναλλακτικές ιδέες σχετικά με την αστρική εξέλιξη, ορισμένες εκ των οποίων απαντώνται με μεγάλη συχνότητα. Η ομαδοποίηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών βάσει του περιεχομένου τους κατέστη δυνατή, διαμορφώνοντας οκτώ ομάδες (Ήλιος, Φύση αστέρων, Ιδιότητες αστέρων, Σχηματισμός αστέρων, Παραγωγή ενέργειας στους αστέρες, Εξέλιξη αστέρων, Κατάληξη αστέρων, Σύγκριση αστέρων). Η κατηγοριοποίηση αυτή ανέδειξε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις επιμέρους περιοχές που οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες και παρανοήσεις. Τόσο ο κατάλογος των εναλλακτικών αντιλήψεων, όσο και η ομαδοποίησή τους και η ανάδειξη των κυρίαρχων εναλλακτικών αντιλήψεων, εκτιμάται ότι θα αποτελέσουν μία ιδιαίτερα χρήσιμη βάση

πληροφοριών στις προσπάθειες κατάρτισης αποτελεσματικών και εύστοχων διδακτικών παρεμβάσεων στις επιμέρους θεματικές της αστρικής εξέλιξης, στην βάση του εποικοδομητικού μοντέλου μάθησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review, 3*(1). http://dx.doi.org/10.3847/AER2004008

Aretz, S., Borowski, A., & Schmeling, S. (2016). A fairytale creation or the beginning of everything: Students' pre-instructional conceptions about the Big Bang theory. *Perspectives in Science, 10*, 46-58. http://dx.doi.org/10.1016/j.pisc.2016.08.003

Bailey, J. M. (2006). *Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars*. Doctoral dissertation, The University of Arizona.

Bailey, J. M., & Lombardi, D. (2015). Blazing the Trail for Astronomy Education Research. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 2*(2), 77-88. http://dx.doi.org/10.19030/jaese.v2i2.9512

Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A review of astronomy education research. *Astronomy Education Review, 2*(2), 20-45. http://dx.doi.org/10.3847/AER2003015

Bailey, J. M., Coble, K., Cochran, G., Larrieu, D., Sanchez, R., & Cominsky, L. R. (2012). A multi-institutional investigation of students' preinstructional ideas about cosmology. *Astronomy Education Review*, *11*(1).

Bailey, J. M., Prather, E. E., Johnson, B., & Slater, T. F. (2009). College students' preinstructional ideas about stars and star formation. *Astronomy Educ. Review, 8*(1). http://dx.doi.org/10.3847/AER2009038

Beccari, G., & Carraro, G. (2014). Introduction to the Theory of Stellar Evolution. In *Ecology of Blue Straggler Stars* (pp. 1-16). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-44434-4_1

Bektaşlı, B. (2013). The Development of Astronomy Concept Test for Determining Preservice Science Teachers' Misconceptions About Astronomy. *Education & Science/Egitim ve Bilim*, *38*(168).

Bitzenbauer, P., Navarrete, S., Hennig, F., Ubben, M. S., & Veith, J. M. (2023). A cross-age study on secondary school students' views of stars. http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020165

Bransford, J. D., Brown, A. L., and Cocking, R. R. (eds.). 1999, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School, Washington*, DC: National Academy of Sciences. https://doi.org/10.17226/9853

Caro, D. Y. P., Valderrama, D. A., & Merchán, N. Y. T. (2023). Didactic Intervention for the Teaching of Stellar Astrometry in Field Educational Contexts. *Acta Scientiae*, *25*(5), 1-29.

Coble, K., Cominsky, L. R., McLin, K. M., Metevier, A. J., & Bailey, J. M. (2012). Using the Big Ideas in Cosmology to Teach College Students. In *Connecting People to Science: A National Conference on Science Education and Public Outreach* (Vol. 457, p. 49). https://doi.org/10.48550/arXiv.1303.1768

Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2018). Design and development of a learning progression about stellar structure and evolution. *Physical Review Physics Education Research*, *14*(1), 010143.

Colantonio, A., Testa, I., Leccia, S., & Marzoli, I. (2021). Students' understanding of Universe birth and evolution. *Il nuovo cimento C*, *44*(4-5), 1-4. https://doi.org/10.1393/ncc/i2021-21159-5

Comins, N. F. (2001). *Heavenly errors: Misconceptions about the real nature of the universe.* Columbia University Press. https://doi.org/10.7312/comi11644

Davis, H., Milotte, C., & Odenwald, S. (2024). Total Solar Eclipse Misconceptions: Evolving Mental Models. *Bulletin of the American Astronomical Society, 56*(3). http://dx.doi.org/10.3847/25c2cfeb.ed0296bb

Ezberci-Cevik, E., & Kurnaz, M. A. (2021). Development and application of a concept test on the subject of stars. *Canadian Journal of Physics, 99*(2), 80-87. http://dx.doi.org/10.1139/cjp-2018-0444

Favia, A., Comins, N. F., Thorpe, G. L., & Batuski, D. J. (2014). A direct examination of college student misconceptions in astronomy: *A new instrument. J. Rev. Astron. Educ. Outreach, 1*(1), A21-A39.

Hanslmeier A. *Introduction to Astronomy and Astrophysics*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2023.

Korur, F. (2015). Exploring seventh-grade students' and pre-service science teachers' misconceptions in astronomical concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11*(5), 1041-1060. http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2015.1373a

Lavonen, J., Byman, R., Juuti, K., Meisalo, V., & Uitto, A. (2005). Pupil interest in physics: a survey in Finland. *Nordic Studies in Science Education*, *1*(2), 72-85. http://dx.doi.org/10.5617/nordina.486

Leonardi, A. M., Carli, M., Ciroi, S., Marcon, F., Pantano, O., Talas, S., & Zagallo, M. (2024, April). Teaching Physics through Astronomy: an object-based approach. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2750, No. 1, p. 012044). IOP Publishing. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2750/1/012044

Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education, 32*(13), 1771-1799. http://dx.doi.org/10.1080/09500690903214546

Nolby, C. M. (2012). *Introducing astronomy into high school physics curriculum through the use of the University of North Dakota Observatory*. *Theses and Dissertations. 1366*. https://commons.und.edu/theses/1366

Panou, E., Stefanidis, K., Bampasidis, G., Verdis, A., Kokkotas, S., Papaspirou, P., ... & Moussas, X. (2019, February). Astronomy in Greece's secondary education: The STEM4you (th) project. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2075, No. 1). AIP Publishing. http://dx.doi.org/10.1063/1.5099029

Percy, J. R. (2005). Why astronomy is useful and should be included in the school curriculum. *Highlights of Astronomy*, *13*, 1020-1021. http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511614880.004

Prather, E. E., Slater, T. F., & Offerdahl, E. G. (2002). Hints of a fundamental misconception in cosmology. *Astronomy Education Review, 1*(2), 28. http://dx.doi.org/10.3847/AER2002003

Rajpaul, V. M., Lindstrøm, C., Engel, M. C., Brendehaug, M., & Allie, S. (2018). Cross-sectional study of students' knowledge of sizes and distances of astronomical objects. *Physical Review Physics Education Research*, *14*(2), 020108. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020108

Richardson, V. (2005). Constructivist teaching and teacher education: Theory and practice. In *Constructivist teacher education* (pp. 13-24). Routledge.

Richwine, P. L. (2007). *The impact of authentic science inquiry experiences studying variable stars on high school students' knowledge and attitudes about science and astronomy and beliefs regarding the nature of science*. Doctoral dissertation, The University of Arizona. http://hdl.handle.net/10150/194456

Sadler, P. M. (1992). *The initial knowledge state of high school astronomy students*. Harvard University.

Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., ... & Ortiz-Gil, A. (2021). The gateway science: A review of astronomy in the OECD school curricula, including China and South Africa. *Research in Science Education, 51*, 975-996. 10.1007/s11165-020-09922-0

Schleigh, S. P., Slater, S. J., Slater, T. F., & Stork, D. J. (2015). The new curriculum standards for astronomy in the United States. *Latin American Journal of Astronomy Education, 20*, 131-151. https://doi.org/10.37156/relea%2F2015.20.131

Silva, C. C., & Colombo Jr, P. D. (2017). Teaching Solar Physics in a partnership between formal and non-formal education. In *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum* (pp. 127-141). Brill. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6351-041-7_8

Simon, M. N. (2019). *Part I: How Did We Get Here? College Students' Preinstructional Ideas on the Topic of Planet Formation, and the Development of the Planet Formation Concept Inventory. Part II: Evidence for Magnetically Driven Protoplanetary Disk Winds.* Doctoral dissertation, The University of Arizona.

Simonelli, G., & Pilachowski, C. A. (2003). First-year college students' ideas about astronomy: A pilot study. *Astronomy Education Review*, *2*(2), 166-171. https://doi.org/10.3847/aer2003024

Slater, S. J., Schleigh, S. P., & Stork, D. J. (2015). Analysis of individual test of astronomy standards (TOAST) item responses. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE), 2*(2), 89-108. http://dx.doi.org/10.19030/jaese.v2i2.9513

Trouille, L. E., Coble, K., Cochran, G. L., Bailey, J. M., Camarillo, C. T., Nickerson, M. D., & Cominsky, L. R. (2013). Investigating student ideas about cosmology III: Big bang theory, expansion, age, and history of the universe. *Astronomy Education Review*, *12*(1). http://dx.doi.org/10.3847/AER2013016

Wallace, C. S., Prather, E. E., & Duncan, D. K. (2012). A study of general education astronomy students' understandings of cosmology. Part IV. Common difficulties students experience with cosmology. *Astronomy Education Review*, *11*(1). http://dx.doi.org/10.3847/AER2011032

Waller, W. H., & Slater, T. F. (2011). Improving introductory astronomy education in American colleges and universities: A review of recent progress. *Journal of Geoscience Education*, *59*(4), 176-183. https://doi.org/10.5408/1.3651408

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κατάλογος των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών και φοιτητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη

Ομάδα 1: Ήλιος

- Ο Ήλιος δεν είναι αστέρας
- Ο Ήλιος φλέγεται
- Ο Ήλιος αποτελείται κυρίως από σίδηρο
- Ο Ήλιος είναι ο μεγαλύτερος αστέρας (ή ουράνιο σώμα) στο Σύμπαν
- Ο Ήλιος είναι ο μικρότερος αστέρας στο Σύμπαν
- Ο Ήλιος είναι ο θερμότερος αστέρας στο Σύμπαν
- Ο Ήλιος είναι ο λαμπρότερος αστέρας στο Σύμπαν
- Ο Ήλιος θα υπάρχει για πάντα
- Ο Ήλιος είναι κίτρινος ή πορτοκαλί
- Ο πυρήνας του Ήλιου είναι στερεός
- Ο Ήλιος λάμπει λόγω της ύπαρξης λιωμένης λάβας στην επιφάνειά του
- Ο Ήλιος είναι ένας πλανήτης θερμότητας
- Ο Ήλιος είναι θερμότερος στην επιφάνειά του
- Η μάζα του Ήλιου είναι μικρή σε σχέση με την μάζα των υπόλοιπων ουράνιων σωμάτων στο ηλιακό μας σύστημα
- Το μέγεθος του Ήλιου δεν αλλάζει
- Ο Ήλιος, στο τέλος της ζωής του, θα γίνει μία μαύρη τρύπα
- Ο Ήλιος, στο τέλος της ζωής του, θα εκραγεί (στο εγγύς μέλλον)

Ομάδα 2: Φύση των αστέρων

- Οι αστέρες είναι γαλαξίες
- Οι αστέρες είναι σφαίρες φωτιάς
- Οι αστέρες αποτελούνται από βράχους και πέτρα
- Η επιφάνεια των αστέρων καλύπτεται από ηφαίστεια και λιωμένη λάβα
- Οι αστέρες είναι κομήτες
- Οι αστέρες είναι πλανήτες

Ομάδα 3: Ιδιότητες των αστέρων

- Οι αστέρες δεν έχουν βαρύτητα
- Οι αστέρες τρεμοφέγγουν
- Οι αστέρες έχουν κορυφές
- Οι αστέρες εκπέμπουν φως συγκεκριμένου χρώματος
- Οι αστέρες ή ο πυρήνας των αστέρων είναι σε στερεή κατάσταση
- Δεν υπάρχουν μπλε αστέρες
- Το σχήμα των αστέρων αλλάζει
- Οι πλανήτες είναι μεγαλύτεροι από τους αστέρες
- Όσο πιο λαμπερός είναι ένας αστέρας, τόσο πιο θερμός είναι

Ομάδα 4: Σχηματισμός των αστέρων

- Ένας αστέρας ξεκινάει την ζωή του ως μία ποσότητας ύλης της γήινης ατμόσφαιρας
- Ένας αστέρας ξεκινάει την ζωή του ως μαύρη τρύπα
- Ήλιος και οι αστέρες σχηματίστηκαν κατά την στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης ή πριν την Μεγάλη Έκρηξη ή λίγο μετά την Μεγάλη Έκρηξη
- Οι αστέρες σχηματίστηκαν από τμήματα άλλων πλανητών
- Οι αστέρες σχηματίστηκαν από τμήματα του Ήλιου ή άλλων αστέρων
- Ο σχηματισμός ενός αστέρα είναι αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων
- Ο σχηματισμός ενός αστέρα είναι αποτέλεσμα πυρηνικών αντιδράσεων
- Ο σχηματισμός ενός αστέρα είναι αποτέλεσμα καύσης
- Οι αστέρες υπάρχουν από πάντα, δεν σχηματίζονται νέοι αστέρες.
- Ένας αστέρας, στην αρχή της ζωής του, αποτελείται από αέριες μάζες και πάγο

- Ένας αστέρας ξεκινάει την ζωή του ως λευκός νάνος
- Οι αστέρες σχηματίζονται στο εσωτερικό μελανών οπών
- Η αιτία σχηματισμού των αστέρων είναι ο στατικός ηλεκτρισμός
- Η αιτία σχηματισμού των αστέρων είναι ο μαγνητισμός

Ομάδα 5: Παραγωγή ενέργειας στους αστέρες

- Η ενέργεια των αστέρων παράγεται από την καύση των αερίων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους
- Η παραγωγή ενέργειας στους αστέρες είναι αποτέλεσμα θέρμανσης των αερίων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους
- Η ενέργεια που απελευθερώνει ο Ήλιος είναι η θερμότητα που "παγιδεύεται" από το μαγνητικό του πεδίο
- Οι αστέρες/ ο Ήλιος παράγουν ενέργεια μέσω χημικών αντιδράσεων
- Η παραγωγή ενέργειας στους αστέρες είναι αποτέλεσμα διαδικασιών σχάσης
- Η παραγωγή ενέργειας στους αστέρες είναι αποτέλεσμα των κινήσεων των σωματιδίων των αερίων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους
- Η παραγωγή ενέργειας στους αστέρες είναι αποτέλεσμα μικρών εκρήξεων
- Η πηγή ενέργειας των αστέρων είναι καύσιμα, όπως η βενζίνη ή το φυσικό αέριο
- Οι αστέρες δεν παράγουν ενέργεια
- Οι αστέρες λάμπουν, αντανακλώντας, διαθλώντας ή απορροφώντας το φως άλλων πηγών ενέργειας ή το φως του Ήλιου

Ομάδα 6: Εξέλιξη των αστέρων

- Η εξέλιξη ενός αστέρα δεν εξαρτάται από την αρχική του μάζα, αλλά από άλλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η χημική του σύσταση, το χρώμα ή η λαμπρότητά του.
- Οι αστέρες μεγάλης μάζας ζουν περισσότερο από τους αστέρες μικρής μάζας
- Οι αστέρες δεν αλλάζουν
- «Οι λευκοί νάνοι δεν είναι αστέρες» ή «Οι λευκοί νάνοι είναι πλανήτες»
- Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός αστέρα, το μέγεθός του ολοένα και μικραίνει
- Οι μαύρες τρύπες υπάρχουν από πάντα, δεν προέρχονται από τους αστέρες
- Οι αστέρες υπόκεινται σε κυκλικές μεταβολές
- Όλοι οι αστέρες διέρχονται από τα ίδια στάδια εξέλιξης

Ομάδα 7: Κατάληξη των αστέρων

- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, εκρήγνυνται (εκρήξεις σουπερνόβα)
- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, γίνονται κομήτες
- Την στιγμή που το φως ενός αστέρα φτάσει στην Γη, αυτός έχει ήδη σβήσει
- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, γίνονται μαύρες τρύπες
- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, γίνονται πεφταστέρια
- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, συγχωνεύονται με άλλους αστέρες
- Όσοι αστέρες εκρήγνυνται γίνονται μαύρες τρύπες
- Η ζωή των αστέρων διαρκεί για πάντα
- Όλοι οι αστέρες, στο τέλος της ζωής τους, γίνονται λευκοί νάνοι
- Οι καφέ νάνοι μπορεί να αποτελέσουν μία από τις τελικές καταστάσεις ενός αστέρα
- Οι αστέρες πολύ μεγάλης μάζας δεν μπορούν να καταλήξουν σε αστέρες νετρονίων
- Οι αστέρες πολύ μεγάλης μάζας δεν μπορούν να καταλήξουν σε μαύρες τρύπες

Ομάδα 8: Σύγκριση αστέρων

- Όλοι οι αστέρες είναι ίδιοι
- Όλοι οι αστέρες έχουν την ίδια φωτεινότητα
- Όλοι οι αστέρες έχουν το ίδιο χρώμα (άσπρο ή κίτρινο)
- Όλοι οι αστέρες έχουν την ίδια χημική σύσταση
- Όλοι οι αστέρες, δημιουργήθηκαν την ίδια χρονική στιγμή (έχουν την ίδια ηλικία)
- Όλοι οι αστέρες έχουν την ίδια μάζα
- Όλοι οι αστέρες έχουν το ίδιο μέγεθος
- Οι αστέρες ενός αστερισμού έχουν κοινές ιδιότητες