ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Σχεδιασμός και Εφαρμογή μίας Διδακτικής Παρέμβασης για την Παραγωγή Ενέργειας των Αστέρων στο Λύκειο

Μαρία Ιωαννίδου, Αναστάσιος Μολοχίδης

doi: 10.12681/codiste.7701

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 24/01/2026 09:01:45

Σχεδιασμός και Εφαρμογή μίας Διδακτικής Παρέμβασης για την Παραγωγή Ενέργειας των Αστέρων στο Λύκειο

Μαρία Ιωαννίδου[1], Αναστάσιος Μολοχίδης[2]
[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής,
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1]*marioann@auth.gr*

Περίληψη

Η φυσική των αστέρων αποτελεί ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο προς διδασκαλία στο Λύκειο με σημαντικά μαθησιακά οφέλη σε εννοιολογικό, πειραματικό και επιστημολογικό επίπεδο. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και τα αποτελέσματα της εφαρμογής μίας διδακτικής παρέμβασης που απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου και επικεντρώνεται σε μία διερευνητική και διαθεματική μελέτη της παραγωγής ενέργειας στον Ήλιο. Αναλυτικότερα, οι μαθητές διερευνούν δύο λανθασμένες υποθέσεις για την παραγωγή ενέργειας στον Ήλιο (χημικές αντιδράσεις, μηχανισμός βαρυτικής συστολής των Kelvin και Helmholtz), καταλήγοντας, σταδιακά, στην επιβεβαίωση της επιστημονικά ορθής υπόθεσης παραγωγής ενέργειας στον Ήλιο, και των υπόλοιπων αστέρων, μέσω θερμοπυρηνικών αντιδράσεων.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική της αστρονομίας, διερευνητική μάθηση, μοντέλο εκπαιδευτικής αναδόμησης, φυσική των αστέρων, φύση της επιστήμης

Design and Implementation of a Teaching Intervention about Stellar Energy Production in High School

Maria Ioannidou[1], Anastasios Molohidis[2]
[1]PhD candidate, [2]Associate Professor,
Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology
School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki
[1]*marioann@auth.gr*

Abstract

Stellar physics is a particularly interesting topic for teaching in secondary education settings, offering significant learning benefits in the conceptual, experimental and epistemological domain. This study presents the design of an inquiry-based teaching intervention about the interdisciplinary subject of energy production in stars for senior high school students, as well as the results of its implementation. More specifically, students investigate two incorrect hypotheses about energy production in the Sun (chemical reactions, gravitational collapse mechanism of Kelvin and Helmholtz), validating, finally, the widely accepted scientific hypothesis that all stars, including the Sun, release energy through thermonuclear reactions.

Keywords: astronomy education, inquiry-based learning, model of educational reconstruction, nature of science, stellar physics

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7701

Εισαγωγή

Στη βιβλιογραφία επισημαίνεται το έντονο ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη της Αστρονομίας (Bergstrom et al., 2016). Ωστόσο, τα αναλυτικά προγράμματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης πολλών χωρών περιλαμβάνουν ελάχιστα σύγχρονα θέματα Αστρονομίας, η διδασκαλία των οποίων κρίνεται, σε πολλές περιπτώσεις, αναποτελεσματική, όντας επικεντρωμένη αποκλειστικά στην μετάδοση στείρων επιστημονικών γνώσεων (Salimpour et al., 2021). Η ελλιπής και επιφανειακή προσέγγιση των θεμάτων αυτών στο σχολικό πλαίσιο έχει ως αποτέλεσμα την διαιώνιση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών (Agan, 2004) και τη μη παροχή εκπαιδευτικών εμπειριών που στοχεύουν στην ανάπτυξη της επιστημονικής τους σκέψης και την καλλιέργεια του επιστημονικού τους εγγραμματισμού.

Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η κατάρτιση αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων σε σύγχρονα θέματα Αστρονομίας στο Λύκειο με σκοπό τη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης και την όξυνση του επιστημονικού τρόπου σκέψης των μαθητών. Τις προηγούμενες δεκαετίες, η σχετική επιστημονική έρευνα επικεντρώθηκε στην διδασκαλία παραδοσιακών θεμάτων Αστρονομίας, όπως οι φάσεις της Σελήνης και οι εποχές, ενώ τα τελευταία χρόνια επιχειρείται η διδασκαλία σύγχρονων θεμάτων Αστρονομίας και Κοσμολογίας (Salimpour et al., 2024). Η παρούσα εργασία αποτελεί μία προσπάθεια ενσωμάτωσης της διδασκαλίας της Φυσικής των Αστέρων στο Λύκειο. Ειδικότερα, επιχειρείται η σχεδίαση μίας διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης που επικεντρώνεται στην παραγωγή ενέργειας των αστέρων. Οι μαθητές μέσα από μία σειρά δραστηριοτήτων διερευνούν δύο λανθασμένες υποθέσεις σχετικά με την παραγωγή ενέργειας στους αστέρες (χημικές αντιδράσεις, μηχανισμός βαρυτικής συστολής), καταλήγοντας στην επιβεβαίωση της ισχύουσας επιστημονικά ορθής υπόθεσης (παραγωγή ενέργειας μέσω πυρηνικής σύντηξης). Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα εξής:

1) Ποιες εναλλακτικές αντιλήψεις διατηρούν οι μαθητές σχετικά με την παραγωγή ενέργειας στους αστέρες;

2) Σε ποιο βαθμό συμβάλλει η διδακτική παρέμβαση στη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών του μηχανισμού παραγωγής ενέργειας των αστέρων και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων σε πειραματικό και επιστημολογικό επίπεδο;

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ιστορικές Αντιλήψεις σχετικά με την Παραγωγή Ενέργειας στους Αστέρες

Πριν την επιβεβαίωση της πραγματικής πηγής ενέργειας των αστέρων (πυρηνική σύντηξη), διατυπώθηκαν υποθέσεις που στην πορεία της επιστημονικής έρευνας αποδείχθηκαν λανθασμένες: 1) «*Οι αστέρες παράγουν ενέργεια μέσω χημικών αντιδράσεων*» και 2) «*Οι αστέρες παράγουν ενέργεια μέσω της βαρυτικής τους συστολής*». Η πρώτη υπόθεση ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη πριν από τα μέσα του 19ου αιώνα. Θεωρώντας ότι ο Ήλιος παράγει ενέργεια μέσω της καύσης υδρογόνου, κάρβουνου ή άλλων ειδών καύσιμης ύλης (Stinner, 2002), η ηλικία του εκτιμάται ότι είναι μικρότερη από 10.000 χρόνια. Στα μέσα του 19ου αιώνα, οι Helmholtz (1856) και Kelvin (Thomson, 1862) μελέτησαν έναν εναλλακτικό μηχανισμό για την παραγωγή ενέργειας στους αστέρες. Σύμφωνα με τη θεωρία τους, κατά τη βαρυτική συστολή ενός αστέρα, το σύνολο της βαρυτικής δυναμικής του ενέργειας μετατρέπεται σταδιακά σε θερμότητα. Βάσει των υπολογισμών τους, η διάρκεια ζωής του Ήλιου αυξήθηκε σε μερικές δεκάδες εκατομμύρια χρόνια. Και οι δύο αυτές θεωρίες καταρρίφθηκαν, δεδομένου ότι το προσδόκιμο ζωής που προέβλεπαν για τον Ήλιο ήταν πολλές τάξεις μεγέθους μικρότερο από τη χρονολογούμενη ηλικία της Γης, βάσει γεωλογικών ευρημάτων, που εκτιμάται ότι είναι περίπου 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια (Dalrymple, 2001). Η συζήτηση που αναπτύχθηκε ανάμεσα στους επιστήμονες (υποστηρικτές και πολέμιους της κάθε υπόθεσης) σήμερα κρίνεται ως επιστημολογικά ενδιαφέρουσα.

Μεθοδολογία

Σχεδιασμός της Διδακτικής Παρέμβασης

Ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης βασίστηκε στη μεθοδολογία της καθοδηγούμενης διερεύνησης (Pedaste et al., 2015). Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές ακολούθησαν τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου, καθοδηγούμενοι από τον εκπαιδευτικό σε όλα τα στάδια της διερεύνησης, με στόχο να απαντήσουν στο ερώτημα του πώς οι αστέρες παράγουν ενέργεια. Αρχικά, αξιοποιήθηκαν τρεις ανατρεπτικές ιστορίες που παρουσιάζουν με επεξηγηματικό τρόπο τρεις αξιοσημείωτες υποθέσεις (χημικές αντιδράσεις, μηχανισμός βαρυτικής συστολής, πυρηνικές αντιδράσεις) που προτάθηκαν από την επιστημονική κοινότητα για να δοθεί απάντηση στο ερώτημα του πώς οι αστέρες παράγουν ενέργεια. Με τη χρήση των ιστοριών αυτών τέθηκε ο παραπάνω προβληματισμός στους μαθητές, ενθαρρύνοντάς τους να διατυπώσουν τις δικές τους υποθέσεις, απαντώντας σε μία ερώτηση κλειστού τύπου. Έπειτα, η συζήτηση συνεχίστηκε, υπό ένα ιστορικό πρίσμα, συνδέοντας το περιεχόμενο των παραπάνω ιστοριών με την πορεία εξέλιξης των επιστημονικών ιδεών σχετικά με την παραγωγή της ενέργειας των αστέρων. Στην συνέχεια, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν την ορθότητα των παραπάνω υποθέσεων, υπολογίζοντας το προσδόκιμο ζωής του Ήλιου βάσει αυτών και λαμβάνοντας υπόψη γεωλογικά δεδομένα για την ηλικία του Ηλιακού μας Συστήματος. Τέλος, οι μαθητές εξήγαγαν τα συμπεράσματά τους σχετικά με το μηχανισμό παραγωγής ενέργειας στους αστέρες και αναστοχάστηκαν σχετικά με την επιστημονική μέθοδο και ορισμένες πτυχές της Φύσης της Επιστήμης (όπως π.χ «η επιστημονική γνώση δεν είναι στατική, καθώς μπορεί να αλλάζει υπό το φως νέων δεδομένων», «η εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης περιλαμβάνει την ανθρώπινη φαντασία και δημιουργικότητα») (Lederman, 2006). Η επιλογή της διερευνητικής προσέγγισης, ενσωματώνοντας στοιχεία της Ιστορίας της Επιστήμης, για το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων της παρούσας διδακτικής παρέμβασης, έγινε, λαμβάνοντας υπόψη την αποτελεσματικότητά τους τόσο στην ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών, όσο και στην αποτελεσματική προώθηση των πτυχών της Φύσης της επιστήμης (McComas et al., 2020). Για την αποτελεσματική διδασκαλία του υπό μελέτη θέματος πραγματοποιήθηκε ο κατάλληλος μετασχηματισμός του επιστημονικού περιεχομένου (θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, ισοδυναμία μάζας - ενέργειας κ.α.) σε σχολική γνώση, αξιοποιώντας το μοντέλο της εκπαιδευτικής αναδόμησης (MER) (Duit et al., 2012).

Εφαρμογή και Αξιολόγηση της Διδακτικής Παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια 2 ώρες και υλοποιήθηκε στο πλαίσια ενός εκπαιδευτικού ομίλου σε μαθητές της Α' και Β' Λυκείου. Η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την παραγωγή ενέργειας στους αστέρες πραγματοποιήθηκε στην αρχή και το πέρας της διερευνητικής διαδικασίας με μία ερώτηση κλειστού τύπου, που δομήθηκε, λαμβάνοντας υπόψη τις κυρίαρχες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σε σχέση με το θέμα αυτό (Ιωαννίδου & Μολοχίδης, 2023). Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διδακτικής παρέμβασης ως προς την επίτευξη των στόχων που τέθηκαν σε επιστημολογικό επίπεδο έγιναν με τη χρήση ορισμένων ερωτήσεων της τελευταίας έκδοσης του ερωτηματολογίου «Views of nature of science questionnaire» (Lederman et al., 2002) (μεταφρασμένες στην ελληνική γλώσσα) που συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική περέμβαση.

Αποτελέσματα

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την εφαρμογή της εν λόγω διδακτικής παρέμβασης είναι υπό επεξεργασία. Ο εκπαιδευτικός μετασχηματισμός του σχετικού επιστημονικού περιεχομένου, το περιεχόμενο της διδακτικής παρέμβασης, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς της ως προς τους εννοιολογικούς και επιστημολογικούς στόχους που τέθηκαν θα παρουσιαστούν αναλυτικά στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

Ιωαννίδου, Μ. & Μολοχίδης, Α. (2023). Βιβλιογραφική επισκόπηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στη γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων. Στο Κ. Θ. Κώτσης, Γ. Στύλος, Ε. Τσιούρη, Έ. Γκαλτέμη, Κ. Γεωργόπουλος, Λ. Γαβρίλας, Δ. Πανάγου, Κ. Τσουμάνης & Γ. Βακάρου (Επιμ.) *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών,* 401-411. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα. https://doi.org/10.12681/codiste.5375

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

Bergstrom, Z., Sadler, P., & Sonnert, G. (2016). Evolution and Persistence of Students' Astronomy Career Interests: A Gender Study. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, *3*(1), 77-92. https://doi.org/10.19030/jaese.v3i1.9690

Dalrymple, G. B. (2001). The age of the Earth in the twentieth century: a problem (mostly) solved. *Geological Society, London, Special Publications*, *190*(1), 205-221. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2001.190.01.14

Duit, R., Gropengieber, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. Στο D. Jorde & J. Dillon (Επιμ.), *Science Education Research and Practice in Europe Retrospective and Prospective,* 13–37. Rotterdam, Sense Publishers research and development in Science Education. https://doi.org/10.13140/2.1.2848.6720

Helmholtz, H. V. (1856). LXIV. On the interaction of natural forces. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, *11*(75), 489-518. https://doi.org/10.1080/14786445608642114

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, *39*(6), 497-521. https://doi.org/10.1002/tea.10034

Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asía-pacific forum on science learning and teaching*, *7*(1), 1-11. Ανακτήθηκε 15 Νοεμβρίου 2024 από: https://www.eduhk.hk/apfslt/v7_issue1/foreword/index.htm

McComas, W. F., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of science and classroom practice: A review of the literature with implications for effective NOS instruction. Στο W.F. McComas (Επιμ.) *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*, 67-111. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_4

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., de Jong, T., van Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle. *Educational Research Review, 14,* 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., Miller S., Danaia L., Hollow R. P., Cabezon S., Faye M., Tomita A., Max C., de Korte M., Baudouin C., Birkenbauma D., Kallery M., Anjos S., Wu Q., Chu H.-e., Slater E. & 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. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0

Salimpour, S., Fitzgerald, M., & Eriksson, U. (2024). A descriptive overview of English-language publications in the field of Astronomy Education Research, 1898 to 2022. *Astronomy Education Journal 4*(1). https://doi.org/10.32374/AEJ.2024.4.1.140aer

Stinner, A. (2002). Calculating the age of the Earth and the Sun. *Physics education*, *37*(4), 296. https://doi.org/10.1088/0031-9120/37/4/302

Thomson, W. (1862). On the Age of the Sun's Heat. *Macmillan's Magazine*, *5*(5), 288-93. https://doi.org/10.1093/owc/9780199554652.003.0021