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

Ανάπτυξη και Εφαρμογή Διερευνητικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την Φύση της Επιστήμης και της Διερεύνησης με την Αξιοποίηση Ιστορικών Πειραμάτων: Η Περίπτωση του Griffith και των Avery-MacLeod-McCarty

Έλενα Μακρή, Δημήτριος Σχίζας, Δημήτρης Ψύλλος

doi: 10.12681/codiste.7829

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 06/12/2025 02:04:30

Ανάπτυξη και Εφαρμογή Διερευνητικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την Φύση της Επιστήμης και της Διερεύνησης με την Αξιοποίηση Ιστορικών Πειραμάτων: Η Περίπτωση του Griffith και των Avery-MacLeod-McCarty

Έλενα Μακρή[1], Δημήτριος Ψύλλος[2] και Δημήτριος Σχίζας[3]
[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, [2]Αφυπηρετήσας Καθηγητής, [3]Επίκουρος Καθηγητής,
[1,3]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[3]*dschizas@uth.gr*

Περίληψη
Η εργασία εστιάζει στην ανάπτυξη και εφαρμογή μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) σε μαθητές/τριες Γ' Λυκείου στο μάθημα της Βιολογίας, η οποία συνδυάζει το περιεχόμενο του αναλυτικού προγράμματος με τη Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ) και της Επιστημονικής Έρευνας (ΦτΕΕ). Η ΔΜΑ αναφέρεται στα ιστορικά πειράματα των Griffith και Avery, MacLeod και McCarty, ενσωματώνοντας τη χρήση προσομοιώσεων, την Ιστορία της Επιστήμης, την καθοδηγούμενη διερεύνηση καθώς και αναστοχαστικές δραστηριότητες. Η πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΑ σε 9 μαθητές έδειξε ότι βελτιώθηκε η κατανόηση πτυχών της ΦτΕ και της ΦτΕΕ, έγιναν αντιληπτές παρερμηνείες και αναδείχθηκε ο ρόλος της δημιουργικότητας και της φαντασίας στη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας.

Λέξεις κλειδιά: Διδακτική Μαθησιακή ακολουθία, Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ), Φύση της Επιστημονικής Έρευνας (ΦτΕΕ)

Development and Implementation of an Inquiry-Based Teaching Learning Sequence on the Nature of Science and Inquiry Utilizing Historical Experiments: The Case of Griffith and Avery-MacLeod-McCarty

Helena Makri[1], Dimitrios Psillos[2] and Dimitrios Schizas[3]
[1]PhD Student, [2]Retired Professor, [3]Asistant Professor,
[1,3]Department of Primary Education, University of Thessaly
[2]Department of Primary Education, Aristotle University of Thessaloniki
[3]*dschizas@uth.gr*

Abstract
The study investigates the development and application of a Teaching Learning Sequence (TLS) on 12th-grade students in the subject of Biology, which combines the curriculum content with the Nature of Science (NOS) and Scientific Inquiry (SI). The TLS focuses on the historical experiments of Griffith and Avery, MacLeod, and McCarty, incorporating the use of simulations, History of Science, guided inquiry, and reflective activities. The pilot implementation of the TLS with 9 students showed that their understanding of aspects of NOS and SI improved, misconceptions were identified, and the role of creativity and imagination in the process of scientific inquiry was highlighted.

Keywords: teaching learning sequence, nature of science (NOS), nature of scientific inquiry (NOSI)

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7829

Εισαγωγή

Η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) και της Φύσης της Επιστημονικής Έρευνας (ΦτΕΕ) από τους μαθητές απασχολούν τους ερευνητές τα τελευταία χρόνια**.** Ομως ενώ για τη ΦτΕ έχουν εφαρμοστεί και μελετηθεί διδακτικές παρεμβάσεις, οι προτάσεις και οι έρευνες για την κατανόηση της ΦτΕΕ είναι περιορισμένες. Επίσης δεν έχει μελετηθεί επαρκώς η ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων διδακτικών παρεμβάσεων, οι οποίες στοχεύουν στην κατανόηση της διδακτικής αλληλεπίδρασης της ΦτΕ και της ΦτΕΕ (Schizas et al 2024).

Οι Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (ΔΜΑ) συνδυάζουν ερευνητική και αναπτυξιακή δραστηριότητα (Psillos & Kariotoglou, 2016). Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι προσεκτικά σχεδιασμένες διερευνητικές δραστηριότητες ως μέρος ευρύτερων ΔΜΑ δημιουργούν ένα παιδαγωγικά πρόσφορο πλαίσιο, το οποίο υποστηρίζει την νοηματοδοτημένη συμμετοχή τους σε επιστημονικές δραστηριότητες και πρακτικές που υποβοηθούν την ανάδειξη πτυχών της ΦτΕ και της ΦτΕΕ (Capps & Crawford, 2013).

Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα εργασία στοχεύει να διερευνήσει την επίδραση μιας ΔΜΑ σε μαθητές Γ' Λυκείου (κατεύθυνσης) η οποία συνδυάζει τη διδασκαλία γνωστικού περιεχομένου του αναλυτικού προγράμματος με πτυχές της ΦτΕΕ και της ΦτΕ. Πιο συγκεκριμένα το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι το ακόλουθο: Ποια είναι η επίδραση της ΔΜΑ σε μαθητές/τριες Γ' Λυκείου στο μάθημα της Βιολογίας, ως προς την κατανόηση που δείχνουν για το διδασκόμενο περιεχόμενο αλλά και τις διδασκόμενες γνώσεις ΦτΕ και ΦτΕΕ;

Μεθοδολογία

Πλαίσιο

Η διδακτική μας παρέμβαση εφαρμόστηκε πιλοτικά από την πρώτη συγγραφέα σε 9 μαθητές που παρακολούθησαν το μάθημα της Βιολογίας της Γ΄ τάξης του Γενικού Λυκείου της Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας**.** Η ΔΜΑ που αναπτύχθηκε είχε διάρκεια 6 διδακτικές ώρες και το περιεχόμενό της αφορούσε σημαντικά ιστορικά πειράματα που διδάσκονται παγκοσμίως και παρουσιάζονται στα περισσότερα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας, όπως αυτά των Griffith και Avery, McLeod και McCarty (Urry et al., 2017). Τα πειράματα αυτά διδάσκονται στο πρώτο κεφάλαιο του σχολικού εγχειριδίου, το οποίο εστιάζει σε γενικά ζητήματα γενετικής και η διδασκαλία τους με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών/τριων με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και τη μεθοδολογία των Βιολογικών επιστημών.

Σχεδιαστικές Αρχές

Η ανάπτυξη της ΔΜΑ βασίσθηκε στις εξής αρχές:

- Στην ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/τριων σε διερευνητικές διαδικασίες και στη σταδιακή εμπλοκή τους σε δομημένες καθοδηγούμενες δραστηριότητες (Karagianni & Psillos, 2022).
- Ρητή διδασκαλία στο πλαίσιο διερευνητικών δραστηριοτήτων (Capps & Crawford, 2013) η οποία περιλάμβανε τη σαφή διατύπωση των επιδιωκόμενων στόχων και την επισήμανση στους μαθητές/τριες των βασικών πτυχών της ΦτΕ και της ΦτΕΕ μέσα από συζητήσεις και γραπτές δοκιμασίες στο πλαίσιο της εμπλοκής τους με πειραματικές δραστηριότητες (Vorholzer, et.al., 2020)
- Στην υποβοήθηση των μαθητών/τριων να αναστοχαστούν πάνω στις αντιλήψεις τους, μέσω σχετικών συζητήσεων και μεταγνωστικών δραστηριοτήτων. Έρευνες δείχνουν ότι η ρητή διερευνητική και αναστοχαστική διδασκαλία έχει θετική επίδραση στην κατανόηση πτυχών της ΦτΕ και ΦτΕΕ από μαθητές/τριες καθώς και εκπαιδευτικούς (Capps & Crawford, 2013˙ Mesci et al., 2020).
- Στην ενσωμάτωση της Ιστορίας της Επιστήμης η οποία χρησιμοποιήθηκε για να ενισχύσει τη διδασκαλία των πτυχών της ΦτΕΕ και της ΦτΕ. Τα ιστορικά εμβληματικά

πειράματα των Griffith και Avery, MacLeod και McCarty λειτούργησαν ως αφηγηματικός άξονας διδασκαλίας, συνδέοντας μαθησιακούς στόχους για τη ΦτΕΕ και τη ΦτΕ με γνώσεις του ιστορικο κοινωνικού πλαισίου στο οποίο διεξήχθησαν.

- Στην αξιοποίηση και χρήση προσομοιωμένων πειραμάτων μέσω των οποίων οι μαθητές μπόρεσαν να εμπλακούν σε προσβάσιμες πρακτικές διερεύνησης. Στη διδασκαλία του πειράματος του Griffith, βρέθηκε και χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο διαδικτυακό -διαδραστικο προσομοιωμένο πείραμα http://www.cheminfo.org/Demo/Griffith_experiment/index.html.
- Στην εργασία των μαθητών/τριων σε ομάδες. Οι μαθητές εργάζονταν σε ομάδες 3 ατόμων, υπό την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού και υλοποιούσαν δραστηριότητες ακολουθώντας κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα εργασίας. Οι δραστηριότητες αφορούσαν σε εννοιολογικές, διαδικαστικές και επιστημολογικές πτυχές των πειραμάτων και αποσκοπούσαν στο να προσανατολίσουν τους μαθητές, να τους βοηθήσουν στην κατανόηση των εμπλεκόμενων πειραματικών διαδικασιών και να τους εξοικειώσουν με ζητήματα της ΦτΕΕ και της ΦτΕ που ανέκυπταν κατά την διδασκαλία αυτών των διαδικασιών.

Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός ερωτηματολογίου που περιλάμβανε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοιχτού τύπου, καθώς και συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Το προ-και-μετά τεστ περιλάμβανε δεκαέξι ερωτήσεις και εξερευνούσε, μεταξύ άλλων, εάν οι πέντε πειραματικοί χειρισμοί του Griffith και οι δύο πειραματικοί χειρισμοί των Avery, MacLeod και McCarty απαντούσαν σε συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα, ποια ήταν αυτά τα ερωτήματα και τη λογική πίσω από τους χειρισμούς τους. Οι συνεντεύξεις, διάρκειας έως 30 λεπτών, ενθάρρυναν τους συμμετέχοντες να αναπτύξουν τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο και να εξηγήσουν τη συλλογιστική τους με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

Οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο αναλύθηκαν με τη χρήση περιγραφικών στατιστικών μεθόδων για τον εντοπισμό προτύπων και τάσεων. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων σε κάθε στοιχείο του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκαν ως μονάδες ανάλυσης, καθώς αυτά τα στοιχεία διευκόλυναν τις συζητήσεις πάνω σε κεντρικά θέματα ή συγκεκριμένες πτυχές κατά τις συνεδρίες συνέντευξης. Οι κατηγορίες της ανάλυσης περιεχομένου ήταν Θέμα» (επιστημολογικά ή πειραματικά ζητήματα που συζητήθηκαν), «Κείμενο» (απαντήσεις των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο και ερωτήσεις του συνεντευκτή), «Λεξιλόγιο» (ορισμοί επιστημολογικών εννοιών) και «Ιδέες» (δηλώσεις ή υποθέσεις των συμμετεχόντων).

Αποτελέσματα

Από την ανάλυση περιεχομένου των δεδομένων προκύπτει εν συντομία ότι πριν τη διδακτική μας παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές:

- Αγνοούν σημαντικές ιστορικές πτυχές των πειραμάτων.
- Δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη σημασία των ερευνητικών ερωτημάτων στα πειράματα και αγνοούν τόσο το νόημα όσο και το ρόλο των επιστημονικών υποθέσεων. Συχνά θεωρούν ότι τα πειράματα του δεν σχετίζονταν με συγκεκριμένα ερωτήματα αλλά έγιναν ως τυχαίες δοκιμές.
- Παραλείπουν να αναφέρουν τον 5ο πειραματικό χειρισμό του Griffith.
- Θεωρούν ότι ο Griffith είχε ήδη αποδείξει ότι το DNA είναι το γενετικό υλικό, παραβλέποντας ότι τα πειράματά του εστίαζαν στον "μετασχηματιστικό παράγοντα" χωρίς να τον ταυτοποιήσουν.
- Αντιμετωπίζουν την επιστημονική έρευνα ως απόλυτα αντικειμενική και θεωρούν ότι δεν υπεισέρχονται σε αυτή η φαντασία και η δημιουργικότητα.

Μετά τη διδακτική μας παρέμβαση οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο και τις συνεντεύξεις αναδεικνύουν σημαντικές βελτιώσεις στην κατανόηση διαδικαστικών αλλά και επιστημολογικών πτυχών της ΦτΕΕ, όπως ότι τα πειράματα συνδέονται με ερευνητικά

ερωτήματα και επιστημονικές υποθέσεις, οι οποίες καθορίζουν με τη σειρά τους τις μετέπειτα πειραματικές επιλογές. Βελτιώθηκε ακόμη η ιστορική τους γνώση για αυτά τα εμβληματικά πειράματα ενώ φαίνεται να απόκτησαν και γνώσεις ΦτΕ όπως είναι αυτές που συνδέουν τη φαντασία και τη δημιουργικότητα με την επιστημονική έρευνα.

Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της ΔΜΑ ήταν πιλοτική σε περιορισμένο βολικό δείγμα δεδομένου των περιορισμών οι οποίοι υπάρχουν για την εφαρμογή διερευνητικών καινοτομικών παρεμβάσεων στην εκπαίδευση και ειδικά στην Γ Λυκείου. Στο πλαίσιο αυτών των περιορισμών, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η διδασκαλία των πειραμάτων των Griffith, Avery, McLeod και McCarty πλαισιωμένων σε κατάλληλη διερυνητική ΔΜΑ μπορεί να επιδράσει και να βελτιώσει την κατανόηση τόσο διαδικαστικών πτυχών αυτών των πειραμάτων καθώς και γενικότερα διαδικαστικών πτυχών της ΦτΕΕ, και επιστημολογικών πτυχών της ΦτΕΕ και της ΦτΕ. Μπορεί δε να ενισχύσει την επίγνωση εμβληματικών ιστορικών πειραμάτων στην Βιολογία και να αναδείξει τη σημασία της δημιουργικότητας και της φαντασίας στη επιστημονική έρευνα. Στόχος της έρευνάς μας είναι η παραπέρα προσεγγιστική βελτίωση και εφαρμογή της ΔΜΑ σε νέα δείγματα μαθητών και η μελέτη των σχετικών αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

Capps, D., & Crawford, B. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education, 24,* 497–526.

Guisasola, J., Zuza, K., Sarriugarte, P., and Ametller, J., (2023). Research-based teaching-learning sequences in physics education: A rising line of research. Στο M. F. Taşar and P. R. L. Heron (Επιμ.) *The International Handbook of Physics Education Research: Special Topics* 26-1. AIP Publishing, Melville, New York.

Hjalmarson, M., Lesh, R., (2008). Engineering and Design Research: Intersections for Education Research and Design. Στο A. E. Kelly, J. Y. Baek, R. A. Lesh (Επιμ.) *Handbook of Design Research Methods in Education,* σ. 96-110. Routledge.

Karagianni, H**.,** & Psillos, D. (2022). Investigating the effectiveness of Explicit and Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Primary Students views about the non-linear nature of inquiry. *International Journal of Science Education*. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2050486

Mesci, G., Çavuş-Güngören, S., & Yesildag-Hasancebi, F. (2020). "Investigating the development of pre-service science teachers' NOSI views and related teaching practices." *International Journal of Science Education, 42*(1), 50-69. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1700316

Psillos, D.; Kariotoglou, P. (2016) Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. Στο D. Psillos, P. Kariotoglou (Επιμ.) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences Introducing the Science of Materials in European Schools,* σ. 11–34. Springer: Dordrecht, The Netherlands.

Schizas, D., Psillos, D., & Asimopoulos, S. (2024). Advancing scientific literacy: Integrating nature of science and nature of scientific inquiry in teaching Griffith's and Avery-MacLeod-McCarty experiments. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, *20*(4), e2421.

Schizas, D., Psillos, D., & Stamou, G. (2023). Exploring secondary school biology teachers' conceptions of scientific laws and methods. *International Journal of Science Education*, *45*(7), 503-520.

Urry L., Cain M, Wasserman S., Minorsky P., Reece J. (2017). *Cambell biology*. New York: Pearson

Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C. & Boone, W.J. (2020). Fostering Upper Secondary Students' Ability to Engage in Practices of Scientific Investigation: a Comparative Analysis of an Explicit and an Implicit Instructional Approach. *Res Sci Educ*, *50*, 333–359. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9691-1